COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 MARS 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Note sur quelques points de la théorie des cyclones solaires, en réponse à une critique de M.* Vicaire ; par M. Faye.

« M. Vicaire a émis, lundi dernier, des objections dont j'ai dû me préoccuper et au sujet desquelles je m'empresse de donner quelques explications, sans attendre que l'auteur ait exposé lui-même la théorie qu'il nous annonce. Il en a déjà indiqué quelques traits l'an passé (*Comptes rendus* du 26 août 1872) : d'après lui il faudrait revenir à l'ancienne hypothèse de Wilson abandonnée aujourd'hui par tout le monde, et considérer de nouveau le Soleil comme étant formé d'un noyau relativement froid et obscur et d'une enveloppe gazeuse où serait la véritable source de la chaleur solaire. Il y ajoute de son chef cette idée qu'une partie de l'excès de la chaleur de cette couche, chaleur qui fournit seule à la radiation externe, serait consommée à l'intérieur par la vaporisation incessante de la surface liquide du noyau, de manière à ne pas élever la température de ce noyau ; celui-ci resterait ainsi indéfiniment froid et obscur tout en étant renfermé dans une enceinte à température beaucoup plus élevée. Que si l'on demande pourquoi ces couches liquides du noyau ne sont pas depuis longtemps vaporisées, l'auteur répond que le Soleil, du moins dans son état actuel, n'existe pas depuis bien longtemps ; il fera voir que le susdit état (le noyau

liquide et froid entouré d'une atmosphère incandescente) ne remonte pas au delà des périodes géologiques les plus récentes (1).

» Quant à ma théorie, l'auteur pense avoir démontré que les cyclones n'expliquent ni la figure générale des taches 1), ni l'obscurité de leurs noyaux 2), ni celle des espaces qui séparent les granulations de la photosphère 3), ni la distribution des taches en zones parallèles à l'équateur 4); que l'on ne doit pas attribuer à la photosphère, mais, en partie du moins, aux taches elles-mêmes les mouvements généraux observés à la surface du Soleil 5); que les cyclones solaires seraient incapables de produire, soit les grandes dénivellations qu'on leur attribue 6), soit la vitesse énorme des éruptions hydrogénées 7), soit même les faits de simple segmentation 8). Tels sont effectivement les phénomènes des taches sur lesquels j'ai moi-même appelé l'attention ; l'auteur annonce qu'il les expliquera de la manière la plus satisfaisante au moyen de la susdite hypothèse de Wilson.

» 1) La première critique est basée sur ce que M. Vicaire attribue généralement aux taches des contours déchiquetés et des angles aigus : ces formes irrégulières répugnent en effet à l'idée de cyclones ou de tourbillons. Il y a là une erreur de fait; je ne puis qu'engager M. Vicaire à parcourir les 165 planches où M. Carrington a dessiné jour par jour les 954 groupes de taches qu'il a observées, ou même une simple collection de photographies solaires, ou mieux encore à suivre les taches sur le Soleil pendant quelques semaines : il y verra que la forme circulaire est largement prédominante ; c'est le fond même du phénomène, tandis que les contours irréguliers, aigus ou déchiquetés, que l'on reproduit volontiers dans certaines publications (2) à cause de leur singularité même, indiquent constamment une segmentation en train de s'accomplir ou une décomposition finale de la tache appelée à se dissoudre. Ce sont des phénomènes transitoires.

---

(1) Il est bon de remarquer incidemment que la distinction que fait l'auteur entre la phase actuelle du Soleil et la phase précédente (pendant laquelle les planètes ont été formées successivement aux dépens de cet astre et, en particulier, longtemps après la Terre Vénus, puis enfin Mercure) n'a aucun rapport avec l'hypothèse de Wilson : elle a été précisée par moi, sous le rapport physique, il y a quelques années, comme conséquence de vues diamétralement opposées à cette hypothèse. En outre l'attention de l'Académie a déjà été appelée sur certaines grandes questions géologiques qui se rattachent plus ou moins nettement à cette distinction des phases solaires, c'est-à-dire sur le rôle que le Soleil, non encore complétement parvenu à son état actuel, a pu et dû jouer dans les premières et surtout dans les moyennes périodes géologiques (Mémoire du D[r] Blandet).

(2) De même on exagère dans certains dessins l'intensité de la pénombre près du noyau, au point de lui donner l'éclat même de la photosphère. De là l'idée erronée que l'on se fait des taches quand on en juge par ces dessins.

» Il y a plus, quand une tache se segmente (et elle se segmente parce qu'elle rencontre des obstacles locaux qui peuvent bien souvent se borner à en altérer passagèrement les contours), la première chose que font les segments c'est, à mesure qu'ils se séparent et s'isolent, de prendre la forme circulaire. Ces faits sont si familiers à tous ceux qui s'occupent du Soleil, que je n'avais pas songé qu'il fallût les établir de nouveau devant l'Académie. Le P. Secchi, dans sa récente théorie, n'a pas manqué de tenir compte de ce trait constant de la figure des taches, en disant :

« Questa massa informa da principio si viene poco a poco regolarizzando e prendendo una forma circolare.... »

» 2) Pour prouver que les cyclones ne peuvent expliquer l'obscurité des taches, M. Vicaire compare le trajet parcouru dans l'atmosphère par les rayons venant de l'extrême bord du disque avec le trajet *bien moindre*, selon lui, des rayons venus du fond des taches; et comme l'extinction dans le second cas est néanmoins beaucoup plus forte, il en conclut que les gaz des taches ne sauraient provenir de l'enveloppe solaire.

» A ces aperçus il suffit d'opposer les données physiques de la question. Ce que M. Vicaire nomme l'atmosphère du Soleil se compose principalement de deux couches très-différentes : 1° une couche absorbante, composée des vapeurs de tous les matériaux reconnus spectralement dans le Soleil; cette couche est si mince et probablement si variable, que son existence, délicate à constater, a été longtemps méconnue; 2° une enveloppe bien plus épaisse, mais généralement perméable pour presque tous les rayons; cette couche, principalement formée d'hydrogène, est la chromosphère dans le sein de laquelle les éruptions injectent passagèrement des matériaux plus absorbants de la première couche ou de même nature qu'eux. L'extinction produite par ces deux couches, et surtout par la première, est sensible sur les bords; mais, très-près du bord, elle croît rapidement. De quel point entend parler ici M. Vicaire? S'il s'agit du bord même, je dirai que l'extinction n'est pas aussi faible qu'il le croit, car elle va jusqu'à ôter de la précision au contour du disque solaire : elle y supprime presque en totalité les rayons rasants (1). Il est du reste actuellement impossible de calculer la longueur du trajet des rayons lumineux dans cette première couche, la plus efficace.

» Voilà donc l'un des termes de la comparaison géométrique établie par M. Vicaire. Quant aux taches, l'action aspirante du cyclone s'exerce à la fois sur les deux couches et entraîne à l'intérieur un mélange toujours

(1) Suppression relative, bien entendu, à l'état de notre œil et à l'éclat général du champ de la vision.

renouvelé de leurs matériaux, matériaux complexes de la première, hydrogène refroidi de la seconde. Ce mélange pénètre en se condensant dans le cyclone : à $\frac{1}{2}$ rayon terrestre (profondeur moyenne du bord inférieur de la pénombre) on peut juger du degré d'absorption. J'ignore jusqu'où va la profondeur totale, mais j'ai vu là, avec tous les spectroscopistes, des éléments d'absorption bien suffisants pour rendre compte de l'obscurité relative des noyaux, sans recourir à l'hypothèse de matériaux autres que ceux dont nous constatons la présence autour du Soleil. Cet appel, cet afflux, cette condensation progressive dans le sens d'une longue colonne verticale de plus d'un rayon et même de plus d'un diamètre terrestre (1), me paraît donc incomparablement plus efficace pour l'extinction que l'état normal des mêmes matériaux, état où la couche la plus absorbante est disséminée sur une grande surface, et en contact continuel avec une photosphère incandescente.

» Tel est l'état réel de la question. Pour M. Vicaire, au contraire, elle se réduirait à comparer la profondeur des taches avec l'épaisseur de la chromosphère prise sur les bords, et à supposer que l'extinction dépend uniquement de ces éléments linéaires.

» 3) La troisième critique est plus délicate : il s'agit des interstices obscurs qui séparent les granulations lumineuses de la photosphère. M. Vicaire a bien raison de dire que le même argument qui s'applique au noir des taches s'applique à ces intervalles obscurs entre des amas brillants dont il ne faudrait pas s'exagérer la petitesse (trois ou quatre de ces grains de riz suffiraient à couvrir la surface entière de la France); mais aussi la même explication qui rend compte si simplement de l'obscurité des taches rend compte aussi de l'obscurité de ces interstices ou de ces pores. L'activité tourbillonnaire qui est, à mon avis, le phénomène le plus général de la photosphère, après celui qui en constitue la formation et en règle l'entretien, n'est représentée par les taches qu'à titre exceptionnel, à titre de manifestation plus aisément visible que les autres. Partout à la surface existent des tourbillons moins visibles sous forme de pores, sortes de petits points noirs très-grands en réalité, qui parfois deviennent plus aisément visibles pour nous et prennent alors le nom de taches. Lorsque les amas lumineux se forment par voie de condensation sur la photosphère, dans la couche la plus froide, il y a appel presque subit et en tous sens du milieu gazeux ambiant et du milieu gazeux supérieur, et production de mouvements tourbillonnaires qui font pénétrer jusqu'à une certaine profondeur les

---

(1) J'en juge par la profondeur de la pénombre que j'ai mesurée, et par l'étroitesse du noyau de Dawes, situé évidemment bien au-dessous du noyau ordinaire.

matériaux hydrogénés et refroidis de la chromosphère. C'est ainsi que j'ai rendu compte de la circulation de l'hydrogène dans les régions où il n'y a jamais de taches proprement dites, mais où l'on voit de nombreux pores qui sont autant de petites taches à cratère obscur.

» 4) La quatrième critique concerne la distribution des taches. J'ai montré que cette distribution peut et doit se rattacher à la loi de rotation que j'avais fait connaître antérieurement. M. Vicaire, pour prouver que les cyclones ne donnent rien de satisfaisant à cet égard, se sert des difficultés que je me suis opposées moi-même afin de bien faire voir que je ne donnais pas l'expression du maximum des taches comme rigoureuse. C'est en effet moi qui ai montré que ce maximum tombait réellement, à une certaine époque, vers 22 degrés et non vers 28 degrés comme le donnait ma formule, et qu'il s'était plus tard rapproché encore de l'équateur. Il s'agissait donc uniquement de faire voir qu'il peut et qu'il doit exister quelque relation mathématique entre la distribution héliographique des taches (*une* des manifestations de l'activité tourbillonnaire) et le mode tout spécial de la rotation du Soleil, en laissant à l'avenir le soin de la préciser, ce dont nous nous occupons, M. Roche et moi. Or la seule possibilité, le seul soupçon d'une liaison pareille est absolument étranger aux autres théories telles que celles de M. Kirchhoff ou du P. Secchi; j'en dirai autant et même plus encore de celle de Wilson si M. Vicaire ne donnait lieu de croire qu'il a pleine satisfaction à cet égard, c'est-à-dire qu'il a réussi à expliquer, dans cette hypothèse, bien plus rigoureusement que moi dans ma théorie, la distribution héliographique des taches solaires.

» 5) La cinquième consiste en ce que M. Vicaire a des raisons de croire que la photosphère a un mouvement moindre que les taches, ce qui affaiblirait la cause des tourbillonnements. Mes raisons de croire le contraire consistent simplement dans l'étude et la discussion minutieuses de sept années d'observations faites avec le plus grand soin par M. Carrington. J'en ai conclu, en dehors de toute idée préconçue, que les taches, entraînées par les courants de la photosphère, ne possédaient en propre que de très-petits mouvements oscillatoires parfaitement insignifiants en comparaison du mouvement d'ensemble dû à la rotation spéciale du Soleil. Je ne vois qu'un seul moyen de contester cette conclusion basée sur des faits et des calculs depuis longtemps publiés et approuvée, je crois, par tous les astronomes, ce serait de reprendre la discussion des observations et d'en tirer le contraire de ce que j'y ai trouvé. Comme M. Vicaire n'a pas suivi cette voie, je pense que les raisons dont il parle doivent être puisées dans quelque manière de voir particulière et non dans les faits.

» Mais je dois rectifier ce qu'il y a de trop personnel dans les expressions

dont je viens de me servir. La découverte du mode de rotation spécial de la photosphère est due à M. Carrington, et cette découverte, qui a obtenu l'assentiment des astronomes, est au-dessus de toute contestation. Les hypothèses doivent s'y plier et non elle aux hypothèses. Ma part consiste à en avoir donné la véritable loi mathématique, d'où j'ai pu tirer l'expression analytique de la longitude des taches dans le cas général, tandis que les formules empiriques proposées par M. Carrington et par d'autres astronomes (sauf celle de M. Zœllner, qui a été conduit par des vues théoriques qui lui sont propres à modifier ma formule par le facteur sécλ) ne se prêtent à aucun usage mathématique, car elles ne satisfont même pas à la loi de continuité.

» 6) Que sont, dit M. Vicaire en terminant une argumentation destinée à prouver que l'activité tourbillonnaire du Soleil doit être bien moindre que celle de la Terre, que sont les dépressions produites par les cyclones terrestres? Quelques millimètres de mercure, une petite fraction du poids de notre atmosphère, tandis que l'action des cyclones solaires devrait refouler les courants ascendants (1), déprimer les surfaces de niveau de la photosphère d'une quantité souvent supérieure au rayon de la Terre.

» Sans aucun doute, ce sont là des effets considérables que je me permets d'attribuer à l'activité mécanique de ces cyclones; mais aussi les masses qui y interviennent avec des vitesses très-sensibles sont gigantesques et ne rencontrent pas de noyau solide ou liquide qui les gêne. Dans son examen M. Vicaire a oublié d'en tenir compte; il a omis entièrement cette chromosphère qui, sur une épaisseur de 1800 lieues et une superficie souvent bien plus grande que celle de la Terre, s'engouffre dans ces immenses tourbillons en transformant sans cesse en mouvements gyratoires les vitesses relatives de matériaux appelés de si loin. Ce phénomène grandiose, — je parle de l'engouffrement de la chromosphère, — s'observe journellement sur le Soleil. Suffira-t-il, pour donner une idée tangible de la puissance mécanique de ces tourbillons, de montrer à mon savant critique qu'aux dépressions de la chromosphère de plus d'un rayon terrestre qu'il juge inadmissibles répondent juste au-dessus, précisément dans l'axe du

---

(1) Ce refoulement latéral n'exige pas du tout une grande puissance mécanique; il ne faut pas confondre ces courants d'alimentation de la photosphère, qui s'opèrent de couche en couche à mesure que l'équilibre passagèrement troublé de chacune d'elles tend à se rétablir, et qui ne donnent lieu à aucun jaillissement perceptible au-dessus de la photosphère, avec les éruptions volcaniques de Wilson ou les explosions du noyau liquide indiquées par M. Vicaire, ni même avec les courants plus réels qui ramènent à la surface l'hydrogène aspiré en haut par les cyclones.

cyclone, d'autres dépressions encore plus grandes, mais que l'on ne saurait nier, attendu que celles-là se voient et se mesurent? Voici les résultats de l'observation spectroscopique résumés et formulés par M. Respighi :

« 1° Nella località delle macchie lo strato rosato è assai basso, molto regolare e lucidissimo.

» 2° Sul posto preciso delle macchie, o piuttosto sul nucleo delle medesime, lo strato rosato è bassissimo e forse totalmente mancante (1). »

» Que l'on discute encore sur la cavité des taches, sur les dépressions de la photosphère, soit : le phénomène n'est pleinement saisissable que par le raisonnement et n'est mesurable que d'une manière indirecte ; mais ici il s'agit d'une dépression de 8 à 10″ (plus d'un rayon terrestre) parfaitement visible et directement mesurable avec un micromètre, juste au-dessus de l'appareil mécanique aspirateur et, je dirai plus, centré sur son axe. Quelle meilleure réponse pourrais-je faire à M. Vicaire que de lui montrer, à côté de la cause, un effet précisément du même ordre que ceux qu'il lui conteste à cause de leur grandeur? »

» 7) La septième critique porte sur l'énorme vitesse de projection des éruptions hydrogénées. C'est un point dont j'ai plus d'une fois entretenu l'Académie, et sur lequel j'aurais peut-être dû revenir à l'occasion de la circulation de l'hydrogène solaire. Si telle est la force, dit M. Vicaire en parlant de l'étonnante vitesse des éruptions au-dessus de la chromosphère, avec laquelle cet hydrogène tend à remonter, telle est aussi la force à vaincre pour le refouler dans le bas. — Il n'en est pas ainsi et pour deux raisons, que j'ai exposées à diverses époques tout au long et qu'il me suffira ici de rappeler. En premier lieu, l'hydrogène se réchauffe en bas du cyclone qui l'a fait pénétrer et finalement se disperser dans les couches profondes; il emprunte par conséquent à la chaleur de ces couches une force d'ascension qui s'ajoute à celle que le tourbillon a dû dépenser pour l'entraîner en bas. En second lieu, lorsque l'hydrogène déjà raréfié s'élance, en se dilatant énormément, dans l'espace presque vide qui surmonte la photosphère, il subit l'action répulsive du Soleil tout aussi bien que les matériaux les plus légers de toutes les comètes et, en particulier, de la comète de 1843 qui a passé juste dans les mêmes régions où se forment les protubérances. Autrement on ne comprendrait pas, même avec les explosions internes du noyau liquide auxquelles paraît songer M. Vicaire, l'énorme vélocité de ces jets d'hydrogène s'élevant parfois en

---

(1) Et pourtant l'absorption y est énorme! Cf. *Sulle osservazioni spettroscopiche...* del Pr L. Respighi, Roma, 1871, p. 25 (Estr. dagli *Atti della R. Acc. dei Lincei*).

peu de temps à près de vingt fois le diamètre de la Terre. On comprendrait moins encore que ces jets se dépouillassent en chemin de leurs parties les plus denses, c'est-à-dire de celles dont le mouvement de projection devrait se conserver le mieux dans le milieu coronal, car la densité de ce dernier est comparable à celle de l'hydrogène excessivement raréfié que l'on voit y planer par moments.

» L'intervention de cette force répulsive, dont l'existence a été mise hors de doute par les travaux de Bessel, et dont je pense avoir fait connaître par les miens la véritable nature, sinon la véritable origine, n'est pas imaginée pour les besoins de la cause actuelle : je l'ai signalée, dans cet ordre même de phénomènes, bien longtemps avant de m'être arrêté à l'idée des cyclones. On sait que cette force qui se manifeste par des effets gigantesques partout où il se trouve, autour du Soleil, près ou loin, de la matière réduite à une extrême ténuité, est sans effet sensible sur les matières denses, tandis que, sur la matière raréfiée, elle peut non-seulement contrebalancer, mais dépasser momentanément, *et de beaucoup*, les effets de l'attraction solaire. En résumé, l'hydrogène chaud et mêlé de vapeurs métalliques très-denses s'élève au-dessus de la chromosphère avec une vitesse de projection uniquement due à la profondeur du trajet souterrain qu'il a exécuté; mais, en se dilatant au-dessus de la chromosphère, il est saisi par la force répulsive, abandonne à la seule gravité les matériaux bien plus denses qu'il a entraînés, et s'élève rapidement jusqu'à ce que le froid de l'espace l'ait condensé et rendu à son tour moins sensible à l'action de cette force. Alors il retombe avec lenteur sous l'influence de la gravité qui reprend peu à peu sa prépondérance. On peut même, en suivant cette action jusque dans les détails, chercher, non sans succès, à s'expliquer les formes si capricieuses que présentent ces jets, et en particulier la forme en ʃ, c'est-à-dire leurs inflexions si peu compréhensibles si l'on s'en tient à la seule pesanteur.

» 8) Mais, dit M. Vicaire, à ma grande surprise, ce qui est peut-être le plus nettement contraire à la théorie de M. Faye, ce sont les phénomènes de segmentation! — C'est là au contraire, dirai-je à mon tour, une des preuves les plus frappantes en faveur de cette théorie et, en outre, le fait le plus incompatible avec toutes les autres. M. Vicaire s'en apercevra bien s'il tente jamais de l'expliquer par la sienne. Son unique argument a déjà été présenté par le P. Secchi et j'y ai déjà répondu (*Comptes rendus*, p. 395). Il me suffira donc de rappeler ici que le mince filet qui apparaît entre deux cyclones, dans le cours de la segmentation d'un cyclone primitif, ne s'y maintient pas toujours, et que s'il réussit souvent à se maintenir et à se

développer, c'est qu'il se forme tout d'abord, non pas à la surface du Soleil et à l'orifice des tourbillons, mais, comme l'observation le montre, à une grande profondeur (au niveau de l'orifice inférieur de la pénombre), là où les cônes tourbillonnaires sont bien plus étroits et tout à fait séparés. Ceux-ci tendent d'ailleurs à s'écarter de plus en plus l'un de l'autre, non pas du tout par un saut brusque comme le croit M. Vicaire, mais d'un mouvement continu plus marqué chez le tourbillon secondaire, en sorte que l'action dont parle M. Vicaire, tout en l'exagérant beaucoup, va bien vite, si elle est sensible, en décroissant. Le phénomène auquel j'ai donné le nom de segmentation, en vertu duquel une même tache donne naissance, en se décomposant sans se détruire elle-même, à des individus identiques à la première, comme par une sorte d'opération vitale, a son analogue frappant sur notre globe dans la segmentation des cyclones atmosphériques qui se décomposent aussi en d'autres cyclones complets et semblables au premier, mais bientôt indépendants. Ce phénomène, dis-je, si fréquent à la fois sur le Soleil et dans notre atmosphère, est un des arguments les plus frappants que je puisse invoquer (1). »

THERMOCHIMIE. — *Sur la constitution des hydracides dissous et sur les réactions inverses qu'ils exercent;* par M. BERTHELOT.

« 1. Quelle est la constitution véritable des liquides résultant de l'union des hydracides avec l'eau et quelle en est l'influence sur leurs réactions chimiques, c'est ce que je vais examiner à l'aide de diverses épreuves.

» Les *chaleurs de dilution* fournissent un premier ordre d'indications; leur accroissement progressif avec la proportion d'eau correspond à l'existence de certains hydrates définis, incomplétement formés dans les liqueurs très-concentrées et dont la production s'achève par l'addition de l'eau. Les changements mêmes que l'on observe dans la loi de courbure de la ligne qui représente les quantités de chaleur déterminées par expérience signalent la formation d'un groupe d'hydrates définis, dont la composition serait voisine des rapports

$$HCl + 8H^2O^2, \quad HBr + 4H^2O^2, \quad HI + 4H^2O^2.$$

» 2. On peut en confirmer l'existence par des épreuves plus décisives,

(1) *Voir* la comparaison des deux phénomènes dans ma Note sur l'oscillation elliptique des cyclones solaires (*Comptes rendus* de la séance du 3 mars dernier).

tirées de l'étude de la *tension des hydracides anhydres* dans leurs dissolutions. Il suffit de chercher s'il existe quelque limite de composition, au-dessous de laquelle les hydracides cessent d'être entraînés en proportion notable dans un courant gazeux. A cette fin, j'ai dirigé un courant lent d'acide carbonique à travers diverses solutions d'hydracide, puis je l'ai fait passer dans une solution d'azotate d'argent. La limite répond à peu près, vers 12 degrés, aux compositions suivantes :

$$HCl + 6,5H^2O^2; \quad HBr + 4,2H^2O; \quad HI + 4,7H^2O^2.$$

Ces compositions concordent avec les essais antérieurs de M. Bineau et les expériences plus précises de MM. Roscoë et Dittmar. Cependant elles ne présentent pas la fixité absolue d'une combinaison définie, les hydracides continuant encore à être entraînés au delà de ces proportions, bien qu'en faible quantité. C'est seulement au delà de 8 à $9H^2O^2$ que l'acide chlorhydrique volatilisé dans le courant gazeux cesse d'agir d'une manière appréciable sur l'azotate d'argent. Avec les deux autres hydracides la limite qui sépare un entraînement faible d'un entraînement insensible est beaucoup plus resserrée.

» Ces limites et ces différences répondent à la marche distincte des trois courbes thermiques, et j'aurai occasion de les invoquer plus tard, lorsque j'aborderai l'interprétation des déplacements réciproques entre les trois hydracides, dans leurs sels alcalins.

» Les limites précédentes changent un peu avec la température et la pression, d'après les expériences de MM. Roscoë et Dittmar. La pression étant modifiée depuis $0^m,05$ jusqu'à $2^m,50$, la composition du mélange invariable qui distille à température fixe, sous une pression donnée, change seulement de $HCl + 6,7H^2O^2$ à $+ 9,3H^2O^2$. Les mélanges bromhydriques qui bouillent de 16 à 153 degrés, chacun à une température fixe mais sous une pression différente, changent de $HBr + 4,2H^2O^2$ à $5H^2O^2$; les mélanges iodhydriques qui bouillent de 15 à 127 degrés changent de $HI + 4,7H^2O^2$ à $5,5H^2O^2$.

» Des variations aussi peu étendues s'accordent fort bien avec l'existence de certains hydrates définis, deux au moins, dont l'un serait stable; tandis que l'autre, le moins hydraté et le moins abondant, serait à l'état de dissociation partielle et variable avec la température. Les derniers indices de cette dissociation, en présence d'une proportion d'eau croissante, seraient plus sensibles par voie d'entraînement que par ébullition, parce que le premier procédé manifeste des tensions bien plus faibles.

» C'est d'ailleurs l'hydracide anhydre, et non quelque hydrate défini, qui se volatilise au-dessous de la limite de stabilité; car le gaz bromhydrique saturé de vapeur d'eau fournit la même chaleur de dissolution que le gaz parfaitement desséché, ce qui prouve qu'il ne renferme pas la vapeur d'un hydrate déjà formé.

» 3. Les solutions concentrées contiennent donc de l'*hydracide anhydre*, dont la *proportion*, à une température donnée, peut se déduire (en négligeant la dissociation) d'après la composition des liqueurs invariables. De telles solutions sont en réalité un mélange d'un ou de deux hydrates, avec l'hydracide anhydre simplement dissous, c'est-à-dire liquéfié dans ces hydrates. J'ai tâché de calculer la chaleur que l'hydracide liquéfié dégage en s'unissant ensuite avec un grand excès d'eau; le calcul peut être fait approximativement en comparant la solution stable, qui distille sans altération à la température ordinaire, avec la solution saturée à la même température, dans laquelle l'hydracide anhydre fait équilibre à la pression atmosphérique : c'est à cette dernière qu'il convient de s'adresser, à mon avis, attendu que, dans les solutions plus diluées, l'action réciproque entre l'hydracide liquéfié et ses hydrates a déjà lieu avec diminution de tension et dégagement de chaleur. Ceci posé, je déduis de mes expériences thermiques que

HCl (liquéfié par dissolution) +	une grande quantité	d'eau, dégage environ	+ 6,3 cal
HBr	—	—	+ 8,6
HI	—	—	+ 7,3

» Ces valeurs, que je donne sous toutes réserves, à cause des hypothèses faites pour les obtenir, méritent cependant d'être remarquées, en raison de leur rapprochement numérique et parce qu'elles sont à peu près les mêmes que les chaleurs de dilution des acides azotique (+ 7,7) et sulfurique (+ 8,4). Les hydracides liquéfiés dans les conditions ci-dessus, c'est-à-dire en raison de l'abaissement physique de leur tension gazeuse produit par l'action de l'eau, seraient donc comparables aux acides sulfurique et azotique concentrés : conclusion conforme aux réactions chimiques de ces divers acides.

» 4. La *précipitation des chlorures alcalins dissous* par l'acide chlorhydrique concentré peut également servir à contrôler l'état d'hydratation de ce dernier liquide. En effet, j'ai cherché quelle devait être la composition d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique, pour qu'une petite quantité de cette liqueur déterminât un précipité dans un volume notable d'une

solution saturée à froid de chlorure de potassium. Cette limite répond à peu près à $HCl + 7,5H^2O^2$. Elle varie d'ailleurs avec la température, comme la solubilité elle-même. Un acide plus étendu cesse complétement de précipiter, quelle qu'en soit la proportion relative.

» En d'autres termes, les choses se passent comme si un acide plus concentré enlevait à la dissolution du sel l'eau nécessaire pour se constituer à l'état d'hydrate stable. Le sel ne trouvant plus l'eau nécessaire à sa dissolution, et étant d'ailleurs insoluble dans l'hydrate chlorhydrique qui prend naissance, comme l'expérience directe le prouve, est obligé de se précipiter dans la proportion correspondant à l'eau enlevée.

» Avec le chlorure de sodium, la limite répond à $HCl + 6H^2O^2$ environ. Avec le chlorhydrate d'ammoniaque on trouve $HCl + 5H^2O^2$; limite un peu plus basse, à cause de la solubilité très-sensible du sel ammoniac dans les solutions chlorhydriques concentrées. Cette même circonstance intervient lorsqu'on précipite l'iodure de potassium par l'acide iodhydrique, sans changer pourtant le sens général du phénomène.

» Avec le chlorure de baryum au contraire, la limite répond à

$$HCl + 9H^2O^2.$$

Elle est un peu plus reculée qu'avec les sels alcalins; peut-être parce qu'elle répondrait de préférence à un équilibre entre un hydrate chlorhydrique plus hydraté et l'hydrate connu du chlorure de baryum.

» En résumé, les expériences de précipitation concourent, avec les expériences de tension et celles de calorimétrie, pour établir l'existence d'une certaine quantité d'hydracide anhydre dans les solutions concentrées, et elles fournissent une méthode nouvelle, d'une discussion délicate à la vérité, pour rechercher l'état véritable d'hydratation des corps dissous.

» 5. Si j'ai attaché tant d'importance à l'étude de la constitution des hydracides dissous, c'est qu'elle me paraît jouer un grand rôle dans les réactions chimiques, et spécialement dans celles qui changent de signe avec la concentration des liqueurs.

» Telles sont la *préparation de l'hydrogène sulfuré au moyen du sulfure d'antimoine et de l'acide chlorhydrique*, et la *précipitation inverse* du sulfure d'antimoine dans une solution chlorhydrique de chlorure d'antimoine. J'ai cherché la limite de composition de l'acide qui répond au renversement des réactions : c'est $HCl + 6H^2O^2$, à la température ordinaire. Un acide un peu plus concentré attaque le sulfure d'antimoine naturel avec dégagement d'hydrogène sulfuré; mais il suffit d'ajouter à la liqueur (qui

retient un peu d'hydrogène sulfuré dissous) assez d'eau pour dépasser cette limite de composition, et le précipité orangé de sulfure d'antimoine apparaît aussitôt. C'est une jolie expérience de cours. A la limite même, le sulfure naturel, mis en présence de la liqueur acide, se recouvre au bout de quelques heures d'une couche floconneuse de sulfure d'antimoine, dissous puis reprécipité, par suite d'un commencement d'attaque réalisé par places et renversé presque aussitôt, en raison d'un léger changement dans les conditions. Cette limite, $HCl + 6H^2O^2$, qui répond à peu près à l'hydrate stable défini par les tensions, est modifiée dans le même sens par une élévation de température.

» En d'autres termes, c'est l'hydracide anhydre qui attaque le sulfure d'antimoine, à l'exclusion des hydrates stables d'hydracide; en présence de ceux-ci, au contraire, le sulfure d'antimoine se régénère.

» L'action de l'hydracide concentré sur le sulfure naturel est accompagnée par un refroidissement notable, d'après mes observations; mais ce phénomène est dû à la production d'un corps gazeux, l'hydrogène sulfuré. En effet, la quantité de chaleur absorbée est inférieure à la chaleur de dissolution de ce dernier gaz : le phénomène rapporté aux corps dissous, c'est-à-dire aux conditions mêmes dans lesquelles a lieu l'attaque du sulfure d'antimoine par l'acide chlorhydrique concentré, est donc en réalité exothermique. S'il change de signe thermique apparent, c'est en raison de la vaporisation de l'hydrogène sulfuré, c'est-à-dire d'un effet physique, endothermique et consécutif. Mais j'ai trouvé au contraire que la chaleur dégagée pendant l'attaque du sulfure d'antimoine par l'acide concentré, avec formation d'hydrogène sulfuré dissous, est moindre que la chaleur produite dans la formation des hydrates stables d'hydracide au moyen de l'eau et de l'hydracide anhydre. Il résulte de là que le moment où la réaction cesse et même se renverse est celui où il n'existe plus d'acide anhydre dans les liqueurs. Il en résulte encore que les actions inverses sont toutes deux exothermiques, parce qu'elles s'exercent entre des composés différents.

» 6. La même interprétation s'applique aux *actions réductrices exercées par l'acide iodhydrique*. L'acide en solution saturée, d'après mes expériences sur une *méthode universelle pour réduire et saturer d'hydrogène les composés organiques*, produit des réactions bien plus intenses que l'acide étendu et qui sont corrélatives avec les chaleurs dégagées (1). Nous

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XX, p. 463.

sommes maintenant en mesure de préciser davantage. En effet, il résulte des faits que j'expose en ce moment que les actions réductrices les plus énergiques sont produites seulement par l'hydracide anhydre, et en vertu de l'excès d'énergie qu'il possède par rapport à ses hydrates définis. Ce n'est pas la chaleur de dilution, prise en bloc et d'une manière vague, qui intervient ici; mais, je le répète, la chaleur qui répond à la transformation de l'acide anhydre contenu dans les liqueurs en de certains hydrates stables. Cette circonstance explique la puissance inattendue du nouveau réactif. Si l'acide distillé est bien moins efficace, c'est précisément parce qu'il ne renferme plus d'hydracide anhydre, en raison des conditions mêmes de sa préparation.

» 7. Même explication pour les *actions inverses de l'acide iodhydrique concentré sur le soufre*, avec formation d'acide sulfhydrique, *et de l'hydrogène sulfuré sur l'iode*, avec formation d'acide iodhydrique, en présence d'une grande quantité d'eau. M. Naumann, ayant étudié avec attention ces réactions inverses, en avait fixé la limite et les avait expliquées par la chaleur de dilution du premier acide, conformément à l'interprétation que j'avais donnée pour les réductions organiques. Les nouvelles recherches que j'expose en ce moment permettent de préciser davantage. Ce n'est pas, je le répète, le simple fait de la dilution prise en bloc qui explique le phénomène. En effet, la réaction

$$HS + I = HI + S$$

entre les acides supposés dissous, en présence d'une grande quantité d'eau, dégage environ 8 calories, chiffre très-supérieur à la chaleur de dilution (4 calories) de l'acide iodhydrique au maximum de concentration. Mais si les deux acides étaient gazeux, la réaction inverse dégagerait au contraire 8 calories à peu près, et elle demeure exothermique si on la calcule pour les deux acides simplement dissous, sans qu'aucun d'eux soit combiné avec l'eau, c'est-à-dire d'après les chiffres donnés quelques pages plus haut.

» Il résulte de ces calculs que le changement du signe thermique, et par suite l'inversion de la réaction, ne peuvent avoir lieu *à priori* que si l'on oppose l'acide iodhydrique anhydre au soufre, pour former de l'hydrogène sulfuré; tandis que l'hydrogène sulfuré attaque l'iode et produit un hydrate stable d'acide iodhydrique en présence d'une grande quantité d'eau. En étudiant ces réactions par expérience, afin de vérifier la théorie précédente, j'ai trouvé que :

» 1° L'attaque du soufre par l'acide iodhydrique concentré est trop lente pour permettre d'en préciser la limite.

» 2° L'acide iodhydrique coloré par un peu d'iode libre n'est pas attaqué par l'hydrogène sulfuré gazeux, tant que la liqueur est plus concentrée que $HI + 7H^2O^2$ (52 pour 100 de HI environ), à la température ordinaire, limite déjà observée par M. Naumann. Elle répond à l'absence totale d'acide anhydre dans les liqueurs, d'après les nombres donnés précédemment; celui-ci ne peut donc exister en présence du soufre précipité.

» 3° Entre 50 et 20 pour 100 d'hydracide, les solutions iodurées soumises à l'influence du gaz sulfhydrique deviennent opaques, d'une teinte foncée, et prennent une odeur spéciale.

» 4° Si la proportion d'eau est encore augmentée, les liqueurs se décolorent, avec dépôt de soufre et changement total de l'iode en acide iodhydrique. Ces phénomènes expliquent la nécessité d'étendre les liqueurs avec beaucoup d'eau, lorsqu'on veut doser l'acide sulfhydrique au moyen de l'iode; ils montrent qu'il se produit divers composés intermédiaires, dont la connaissance serait nécessaire pour une discussion complète; mais le fait principal, c'est-à-dire la limite à laquelle cesse la réaction entre l'acide iodhydrique et le soufre, n'en demeure pas moins fixé vers le même point que la limite de formation d'un hydrate stable, exempt d'acide anhydre, ce qui est une confirmation de ma théorie.

» 8. J'ai fait des expériences analogues et je suis arrivé à des conclusions semblables pour les *réactions de l'acide sulfurique concentré et du gaz sulfureux sur l'acide iodhydrique* concentré, qui change ces corps en hydrogène sulfuré avec dépôt d'iode; réactions opposées à celles de l'iode sur l'acide sulfureux dilué, avec formation d'acide iodhydrique et production d'acide sulfurique étendu. Les calculs thermiques, fondés sur la chaleur de dilution prise en bloc, n'expliquent nullement ce renversement des réactions; tandis qu'ils le font prévoir, dans le cas où l'on oppose, d'une part, l'hydracide anhydre aux deux oxacides privés d'eau, et d'autre part les hydrates stables d'hydracide aux mêmes oxacides étendus d'eau. Sans développer ici ces calculs, je me bornerai à dire que les prévisions auxquelles ils conduisent sont conformes à mes observations.

» En effet, l'acide iodhydrique concentré change l'acide sulfureux en acide sulfhydrique, tant que sa concentration dépasse 52 pour 100, c'est-à-dire $HI + 7H^2O^2$, le phénomène cessant à cette limite, qui est la même que pour l'attaque du soufre. De 50 à 20 pour 100, il y a réaction différente, avec formation de produits complexes. Au-dessous de 20 pour 100,

l'iode est changé de plus en plus nettement en acide iodhydrique. La limite de la première réaction répond donc toujours au voisinage de celle où l'hydracide anhydre cesse d'exister dans les liqueurs.

» En résumé, les dissolutions étendues des hydracides renferment seulement des hydrates définis et stables; tandis que les solutions concentrées contiennent en même temps des hydrates à l'état de dissociation et une certaine proportion d'acide anhydre. De là résultent les phénomènes chimiques contraires produits par ces deux ordres de solutions : les hydracides anhydres effectuant certaines réactions, telles que l'attaque du sulfure d'antimoine, l'hydrogénation des composés organiques, du soufre, de l'acide sulfureux, etc.; tandis que les hydrates d'hydracide sont sans efficacité, ou même produisent les actions inverses. Le renversement des réactions correspond toujours avec celui de leur signe thermique véritable, parce que les hydrates stables d'hydracide développent en moins dans les réactions la chaleur qui a été dégagée au moment de la combinaison réelle entre l'eau et l'hydracide anhydre.

» Ces résultats ne s'appliquent pas seulement aux hydracides dissous, mais aussi aux solutions des alcalis, des sels et des composés chimiques en général, comme je l'établirai ultérieurement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur de nouveaux dérivés du propyle* (suite); par M. **Aug. Cahours**.

« On sait qu'en faisant agir sur le sublimé corrosif (bichlorure de mercure), un métal appartenant à l'une quelconque des sections supérieures, ce dernier expulse le mercure dont il prend la place en engendrant un chlorure correspondant. On peut, au moyen de cette réaction fort simple, se procurer très-commodément un certain nombre de chlorures volatils, tels que ceux d'étain, d'antimoine, etc.

» Remplace-t-on, dans l'expérience précédente, le chlorure de mercure par le méthide ou l'éthide de ce métal, on obtient des résultats semblables aux précédents, ainsi que nous l'ont appris les recherches de MM. Odling et Buckton d'une part, celles de MM. Franckland et Duppa d'une autre, les premiers ayant appliqué cette méthode à la production de l'aluminium méthyle et de l'aluminium éthyle, les seconds à la formation du zinc amyle.

» *Mercure propyle* ou *propide mercurique*. — En faisant agir sur le propide mercurique des métaux susceptibles d'éliminer le mercure et de

s'y substituer, on pouvait être assuré d'avance d'obtenir, dans la série propylique, des composés analogues à ceux dont nous venons de rappeler la production. L'expérience a pleinement confirmé cette prévision, et l'action de l'aluminium et du zinc, sur le propide mercurique, m'ont en effet permis de réaliser la formation des *propides aluminique* et *zincique*, dont je vais faire connaître la préparation et les propriétés; mais, avant d'aborder cette étude, je résumerai sommairement les résultats fournis par l'action de quelques corps simples et composés sur le propide mercurique, point de départ des présentes recherches.

» L'iode, ainsi que je l'ai dit dans ma précédente Note, agit très-énergiquement sur le propide mercurique. Si pour 1 équivalent de ce dernier on fait intervenir 2 équivalents d'iode, il se sépare de magnifiques écailles nacrées d'*iodure de mercurosopropyle*, dont la formation est accompagnée de celle de l'iodure de propyle. La réaction s'exprime au moyen de l'équation

$$Hg(C^6H^7)^2 + I^2 = Hg(C^6H^7)I + C^6H^7I.$$

» Double-t-on la proportion d'iode, la matière nacrée disparaît et se trouve remplacée par de l'iodure de mercure : tout le propyle passe dans ce cas à l'état d'iodure. En effet l'on a

$$Hg(C^6H^7)^2 + I^4 = HgI^2 + 2(C^6H^7I).$$

» Le brome se comporte avec le propide mercurique de la même manière que l'iode, et donne un produit dont l'apparence est la même.

» Lorsqu'on fait bouillir quelques instants le propide mercurique avec une solution concentrée d'acides chlorhydrique, bromhydrique ou iodhydrique, de l'hydrure de propyle se dégage, et l'on obtient des chlorure, bromure ou iodure de mercurosopropyle, qui se séparent sous la forme d'écailles brillantes. La formation de ces produits s'explique au moyen des équations

$$Hg(C^6H^7)^2 + HCl = Hg(C^6H^7)Cl + C^6H^8,$$
$$Hg(C^6H^7)^2 + HBr = Hg(C^6H^7)Br + C^6H^8,$$
$$Hg(C^6H^7)^2 + HI = Hg(C^6H^7)I + C^6H^8.$$

» L'acide sulfurique concentré et l'acide azotique faible attaquent le propide mercurique à l'aide d'une douce chaleur, et donnent naissance à des sels qui cristallisent en belles paillettes d'apparence nacrée.

» L'acide acétique cristallisable réagit promptement en vases clos sur le

propide mercurique à la température du bain-marie. Par le refroidissement, il se dépose de magnifiques tables *d'acétate mercurosopropylique*, il se sépare en même temps de l'hydrure de propyle :

$$\left.\begin{matrix}Hg(C^6H^7)^2 + C^4H^3O^2 \\ H\end{matrix}\right\} O^2 = \left.\begin{matrix}C^4H^3O^2 \\ Hg(C^6H^7)\end{matrix}\right\} O^2 + C^6H^8.$$

» L'oxyde d'argent délayé dans une petite quantité d'eau réagit rapidement à chaud sur l'iodure de mercurosopropyle. On obtient ainsi de l'iodure d'argent qui se dépose et de l'*oxyde de mercurosopropyle* qui se dissout dans l'eau, à laquelle il communique des propriétés alcalines très-prononcées. L'évaporation de cette liqueur fournit une masse visqueuse qui, abandonnée sous une cloche, à côté d'une capsule renfermant de l'acide sulfurique concentré, laisse déposer des cristaux.

» Lorsqu'on verse dans la dissolution de cet oxyde une solution d'acide chlorhydrique, bromhydrique ou iodhydrique, il se précipite aussitôt des flocons cristallins blancs de chlorure, bromure ou iodure de mercurosopropyle, qui se dissolvent dans l'alcool bouillant et s'en séparent par le refroidissement sous la forme d'écailles blanches d'apparence nacrée.

» L'acide cyanhydrique concentré se mêle à la solution aqueuse d'oxyde de mercurosopropyle sans qu'on observe aucun phénomène apparent. Évapore-t-on le mélange après un contact de plusieurs heures, il se sépare des gouttes huileuses qui se dissolvent facilement dans l'alcool.

» Les acides azotique et sulfurique saturent l'oxyde de mercurosopropyle et donnent naissance à des sels qui cristallisent parfaitement bien, particulièrement le sulfate, qui se sépare sous la forme de grandes lames douées de beaucoup d'éclat.

» Les acides arsénique, tartrique, oxalique, dissous dans l'eau, forment dans la solution de l'oxyde de mercurosopropyle des précipités blancs pulvérulents. Ces produits, peu solubles dans l'eau, l'oxalate principalement, se dissolvent assez bien dans l'alcool, surtout à chaud, et s'en séparent par le refroidissement, soit sous la forme de petites tables, soit sous celle d'aiguilles feutrées d'apparence soyeuse. L'acide chromique forme, avec l'oxyde de mercurosopropyle, un sel peu soluble dans l'eau froide, assez soluble dans l'eau bouillante, qui se dépose par un refroidissement très-lent, ou mieux par l'évaporation spontanée, sous la forme de beaux cristaux orangés.

» Ces différents sels, frottés entre les doigts, communiquent à la peau une odeur désagréable, caractéristique et très-persistante.

» Je n'ai pas cru devoir pousser plus loin l'étude des réactifs sur le propide mercurique, les résultats qui précèdent établissant, je pense, surabondamment les analogies que ce composé présente avec le méthide et l'éthide mercuriques.

» *Zinc propyle ou propide zincique.* — Dans la Note dont j'ai donné communication dans la séance du 20 janvier 1873, j'ai dit que, lorsqu'on fait agir le zinc découpé sous la forme de minces lanières sur le propide mercurique à la température de 120 à 130 degrés, le mercure était déplacé rapidement et que du *zinc propyle* prenait naissance.

» Pour extraire cette substance, on introduit le contenu des tubes, qui doivent avoir été chauffés pendant dix à douze heures, dans une petite cornue à laquelle on adapte un récipient qu'on a soin de remplir préalablement d'acide carbonique desséché. La tubulure du récipient doit en outre être munie d'un tube recourbé, dont l'extrémité plonge de deux à trois millimètres environ dans un bain de mercure. Le liquide étant chauffé ne laisse passer quelques gouttes que lorsque le thermomètre dont le réservoir y est plongé marque 150 degrés. La température s'élève bientôt à 157 degrés, et se maintient entre 157 et 162 degrés, jusqu'à ce que la presque totalité du liquide ait passé à la distillation. Une nouvelle rectification donne un produit bouillant jusqu'à la dernière goutte entre 158 et 160 degrés.

» Ainsi préparé le zinc propyle se présente sous la forme d'un liquide incolore répandant des fumées blanches et s'enflammant au contact de l'air avec production d'oxyde de zinc.

» Il prend également feu dans le chlore en donnant un dépôt de charbon; il se forme, en même temps, de l'acide chlorhydrique et du chlorure de zinc.

» L'eau le décompose avec violence ainsi que les acides dilués; dans le premier cas il se forme de l'oxyde hydraté, dans le second un sel de zinc; il se dégage en outre de l'hydrure de propyle.

» Les trichlorures de phosphore et d'arsenic agissent vivement sur le zinc propyle, alors même qu'on emploie ces substances délayées dans l'éther anhydre. Il se forme dans ces circonstances de la *tripropylphosphine* et de la *tripropylarsine*, qu'on sépare en faisant agir la potasse sur le résidu que laisse l'évaporation de l'éther. Je n'ai obtenu ces substances qu'en quantités trop faibles pour décrire ici leurs propriétés, mais la manière dont elles se comportent avec l'iodure de méthyle et les produits cristallisés auxquels elles donnent naissance lorsqu'on fait agir sur elles la fleur de soufre ne peuvent laisser aucun doute sur leur nature.

» L'iodure de tristanpropyle réagit lentement à froid sur le zinc propyle.

» Maintient-on le mélange pendant quelques heures dans un tube clos à la chaleur du bain-marie, la réaction se complète; il se forme à la fois de l'iodure de zinc et du tétrastanpropyle, ainsi que l'exprime l'équation suivante :

$$\mathrm{Zn}\,(\mathrm{C}^6\mathrm{H}^7) + \mathrm{Sn}\,(\mathrm{C}^6\mathrm{H}^7)^3\mathrm{I} = \mathrm{Zn\,I} + \mathrm{Sn}\,(\mathrm{C}^6\mathrm{H}^7)^4.$$

» Ce composé, qui se sépare en entier lorsqu'on traite le produit de la réaction par un excès d'une solution aqueuse de potasse, se présente sous la forme d'un liquide incolore et mobile doué d'une odeur tout à la fois éthérée et piquante; sa densité est de 1,179 à la température de 14 degrés. Il bout entre 222 et 225 degrés.

» Traité par les acides azotique et sulfurique, ce produit est vivement attaqué sous l'influence d'une douce chaleur; on observe dans ce cas la formation de produits cristallisés qui sont très-probablement l'azotate et le sulfate de tristanpropyle.

» *Aluminium propyle.* — Le propide mercurique est promptement attaqué par l'aluminium en feuilles minces découpées, à la température de 130 degrés; du mercure coulant se sépare, et l'aluminium disparaît en grande partie. Le contenu des tubes étant soumis à la distillation fournit un liquide incolore qui bout entre 248 et 252 degrés. Ce produit s'enflamme au contact de l'air en produisant des flocons d'alumine mélangés de noir de fumée.

» L'aluminium propyle ne s'unit pas directement à l'iode, résultat auquel on devait s'attendre. Projette-t-on dans ce liquide quelques lamelles d'iode, sa température s'élève, et la couleur de ce dernier disparaît. En ajoutant environ le tiers de la quantité d'iode nécessaire pour enlever tout le propyle, on obtient une liqueur d'un bleu violacé très-riche dans lequel j'ai constaté la présence de l'iodure de propyle, et qui renferme probablement du propyliodure d'aluminium.

» L'aluminium propyle brûle avec énergie dans le chlore. L'eau le décompose violemment en donnant naissance à de l'alumine gélatineuse; il se dégage en même temps de l'hydrure de propyle.

» La production de l'aluminium propyle s'explique au moyen de l'équation

$$3\,\mathrm{Hg}\,(\mathrm{C}^6\mathrm{H}^7)^2 + 2\,\mathrm{Al}^2 = 3\,\mathrm{Hg} + 2\,[\mathrm{Al}^2\,(\mathrm{C}^6\mathrm{H}^7)^3].$$

» *Action de l'arsenic libre et des arséniures métalliques sur l'iodure de propyle.* — Lorsqu'on maintient pendant 24 à 30 heures en tubes scellés à la

lampe, à la température de 175 à 185 degrés, un mélange d'arsenic en poudre et d'iodure de propyle, on voit l'arsenic disparaître progressivement, tandis qu'il se forme un liquide huileux épais, de couleur brune, dont la proportion augmente peu à peu, et qui, par le refroidissement, se prend en une masse solide formée de prismes brun rougeâtre entre-croisés. Ce produit, exprimé dans des doubles de papier buvard pour le débarrasser d'une petite quantité de matière huileuse qui le souille, se dissout assez bien dans l'alcool anhydre bouillant, d'où il se sépare, en partie par le refroidissement, en partie par l'évaporation, sous la forme de cristaux rouge brun bien définis. Ce composé, semblable à ceux dont j'ai signalé la formation dans l'action réciproque de l'arsenic et des iodures de méthyle et d'éthyle, n'est autre qu'un composé d'iodure d'arsenic et d'iodure d'arsenpropylium dont la composition doit être représentée par la formule

$$AsI^3, As(C^6H^7)^4I.$$

» Une lessive concentrée bouillante de potasse caustique décolore ce produit et en opère le dédoublement. L'iodure d'arsenic disparaît, tandis qu'il se dépose une huile qui se concrète par le refroidissement. En abandonnant la masse dans une atmosphère d'acide carbonique, afin de transformer l'alcali complétement en carbonate, reprenant le résidu par l'alcool absolu bouillant, filtrant la liqueur et l'abandonnant à l'évaporation, il se sépare des prismes incolores qui ne sont autres que l'iodure d'arsenpropylium.

$$As(C^6H^7)^4I.$$

» L'iode se dissout à chaud dans la solution d'iodure d'arsenpropylium. Par le refroidissement et l'évaporation, il se sépare des cristaux de couleur brun noirâtre avec des reflets métalliques qui constituent un périodure.

» Si, au lieu d'opérer ainsi que nous venons de le dire, on introduit les cristaux rouge brun avec des fragments de potasse caustique dans une petite cornue, puis qu'on distille le mélange, il se dégage une matière huileuse qu'on peut facilement condenser dans un petit tube adapté au col de la cornue. Cette substance, dont l'odeur fort désagréable rappelle celle de la triéthylarsine, est l'*arsentripropyle*

$$As(C^6H^7)^3.$$

» Les iodures de méthyle, d'éthyle et de propyle s'unissent à ce produit sous l'influence d'une douce chaleur et donnent naissance à des composés représentés par les formules

$$As(C^6H^7)^3(C^2H^3)I, \quad As(C^6H^7)^3(C^4H^5)I, \quad As(C^6H^7)^4I.$$

» L'arséniure de zinc est attaqué comme l'arsenic libre à la température de 175 à 185 degrés par l'iodure de propyle. L'action étant prolongée pendant vingt-quatre à trente heures, on trouve dans le tube une matière visqueuse remplie de cristaux. Cette dernière étant reprise par l'alcool et la solution alcoolique abandonnée à l'évaporation, il se sépare des prismes qu'on peut considérer comme une combinaison d'iodure de zinc et d'iodure d'arsenpropylium :

$$ZnI, As(C^6H^7)^4I.$$

» Une solution concentrée de potasse dédouble ce produit à la manière de l'iodure double d'arsenic et d'arsenpropylium, et met en liberté ce dernier qu'on peut isoler par la méthode décrite plus haut.

» L'iodure de propyle agit sur les arséniures de potassium et de sodium plus énergiquement que sur les précédents; on complète l'action en chauffant pendant quelques instants le mélange dans des tubes scellés. On obtient de la sorte un liquide complexe, d'une odeur désagréable, dont le point d'ébullition n'est pas fixe et qui paraît formé de deux substances, l'une correspondant au cacodyle qui serait l'arsine dipropylée, l'autre l'arsine tripropylée. La trop petite quantité de matière que j'ai eue à ma disposition ne m'a pas permis de trancher cette question pour le moment; mais si l'on songe que, dans l'action réciproque des arséniures alcalins et des homologues inférieurs de l'iodure de propyle (iodures de méthyle et d'éthyle), il se produit des arsines diméthylées et triméthylées, diéthylées et triéthylées, on ne saurait admettre que dans les circonstances précédentes il se soit produit une réaction différente.

» Indépendamment de ces produits liquides, j'ai constaté la formation d'une matière cristallisée qui n'est autre que l'iodure d'arsenpropylium.

» Je me propose de revenir sur cette étude dans une prochaine Note, ainsi que sur celle des produits qui prennent naissance dans l'action réciproque de l'iodure de propyle et de l'antimoniure de potassium. »

BOTANIQUE. — *Sur quelques lianes anomales;* Note de M. **Th. Lestiboudois.**

« Je crois devoir ajouter quelques faits à ceux que j'ai exposés dans ma Note *sur les Sapindacées*, insérée dans les *Comptes rendus* (t. LXXV, p. 1457), et y joindre quelques observations qui me sont suggérées par une intéressante Étude de M. Ladislaü Netto sur la *Structure anomale des lianes* (*Bull. Soc. Bot.*, t. XII, p. 106).

» Le savant directeur de la partie botanique du musée de Rio-Janeiro,

dont le travail n'était pas parvenu à ma connaissance avant ma publication, répartit les lianes en trois classes. Pour l'une d'elles, qui comprendrait, selon lui, le plus grand nombre des lianes anomales appartenant aux Ménispermées, Malpighiacées, Convolvulacées, Légumineuses, il prend pour type un Acacia sarmenteux, dont le bois s'accroît par quatre points, de sorte que la tige a quatre angles saillants, formés d'arcs ligneux superposés, et un *Bauhinia*, qui a seulement deux côtés saillants formés d'arcs ligneux. L'auteur n'indique nullement que les arcs ligneux de ces végétaux soient séparés les uns des autres par des zones d'écorces et que, conséquemment, ils soient extralibériens; il reconnaît, au contraire, qu'il y a d'autres *Bauhinia* qui ont une structure analogue à celle des *Cocculus* : ce sont ceux que nous avons décrits (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 198). Les premiers ne sont donc pas *hétérogènes*, et nous n'avons pas à nous en occuper ici; ils ressemblent au *Tetrapteris*, par exemple, dont le bois s'accroît par des points limités.

» Les deux autres classes comprennent des lianes qui sont réellement hétérogènes.

» Dans la première sont celles dont les faisceaux extérieurs sont formés en même temps que la tige principale, si ce n'est avant : tels sont les *Serjania Dombeyana* et *cuspidata*, dont l'un est tout à fait analogue (s'il n'est identique) à la Sapindacée du Brésil que j'ai reçue de M. Guillemin, et une espèce que M. Netto soupçonne être un *Paullinia*, qui est tout à fait semblable à la Sapindacée à trois faisceaux extérieurs que j'ai reçue du Muséum d'Histoire naturelle. Dans cette dernière, le tissu ligneux des trois faisceaux extérieurs a le même diamètre que celui de la tige centrale; dans les autres, le bois du système central est un peu plus développé que le bois des faisceaux extérieurs, mais dans une faible proportion. On comprend donc sans peine que les faisceaux extralibériens de ces plantes ont dû apparaître presque en même temps que les faisceaux ligneux qui constituent la tige centrale; mais on concevrait difficilement qu'ils pussent être formés avant eux. Il me semble que les faisceaux extralibériens sont créés comme dans la *Betterave*, dont les premiers cercles extérieurs se montrent immédiatement après l'apparition des faisceaux qui occupent le centre, et bien avant l'entier développement de ces derniers, mais non avant eux.

» Dans la deuxième classe sont comprises les lianes dont les faisceaux extérieurs sont produits lorsque le bois de la tige centrale est déjà fort développé. Dans cette classe est encore placé un *Serjania;* la Sapindacée de Cochinchine que j'ai décrite appartient indubitablement à cette classe :

le corps ligneux de la tige centrale a déjà $0^m,07$ de diamètre quand apparaissent les faisceaux ligneux extérieurs.

» Dans les lianes de ces deux classes, M. Netto considère les faisceaux ligneux extérieurs comme formés en dedans du premier cercle de liber des productions antérieures dont les fibres seraient rejetées en dehors et disparaîtraient dans le suber. Ce serait la position que nous avons constatée dans le *Gnetum* et les Convolvulacées. Toutefois il faut dire que, dans les espèces de la première classe que nous avons examinées (échantillon du Muséum et celui de Guillemin), les cercles des fibres corticales sont si réguliers qu'ils ne semblent pas avoir été dérangés par la production de faisceaux ligneux créés entre eux. Ces plantes offrent, il est vrai, des fibres corticales à la périphérie, mais elles ont le même aspect que celles des écorces de toutes les formations et pourraient n'être que les fibres corticales des faisceaux de dernière formation.

» Quant aux faisceaux ligneux de dernière formation, qu'on rencontre dans les triangles curvilignes qui se trouvent entre les écorces de la tige centrale et les faisceaux de première formation (Sapindacée de Guillemin), dans le parenchyme de l'écorce non recouvert par les faisceaux de première formation (Sapindacée à trois faisceaux de première formation), dans la ligne parenchymateuse qui sépare l'écorce primitive de l'écorce des premiers faisceaux extralibériens, enfin en dehors de ces derniers, ils sont produits bien plus tard que ceux de la première formation, et ils sont nettement en dehors des couches corticales de la tige centrale et des faisceaux principaux.

» Quant à notre Sapindacée de Cochinchine, qui appartient à la troisième classe, elle nous paraît pouvoir plus difficilement encore être considérée comme ayant les faisceaux ligneux extérieurs formés en dedans des premières fibres libériennes.

» Nous avons dit que dans cette espèce les faisceaux corticaux sont très-distincts, inégaux, très-étroits à l'extérieur, allant en s'élargissant vers l'intérieur, par suite de leur accroissement; de sorte qu'ils sont séparés extérieurement par des espaces médullaires larges, tandis qu'intérieurement ils se touchent; ces faisceaux sont composés de fibres qui, au lieu d'être rangées en cercles concentriques, sont en lignes radiales peu régulières, séparées par des prolongements médullaires bien marqués, flexueux, les uns pénétrant jusqu'à la pointe du faisceau, les autres s'arrêtant à des distances variables de cette pointe. Or dans cette plante les productions ligneuses de nouvelle formation sont manifestement en dehors de l'extré-

mité extérieure des faisceaux corticaux, et sont formées bien longtemps après le moment où les premières fibres corticales étaient en contact avec la zone génératrice.

» Nous croyons devoir soumettre ces considérations à l'habile observateur de Rio-Janeiro, qui a l'avantage de résider dans le pays où croissent les lianes qui nous occupent, et qui peut conséquemment les étudier sur des échantillons vivants. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Des conditions sous lesquelles quelques périodes de la quadratrice d'une courbe de degré* m *disparaissent, en devenant nulles ou infinies;* Mémoire de M. **Max. Marie.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Bonnet, Puiseux.)

« Le principe de cette théorie repose sur cette notion évidente, que les quadratrices de toutes les courbes d'un même ordre ont naturellement, toutes, les mêmes périodes, exprimables par les mêmes fonctions des coefficients qui entrent dans leurs équations; c'est-à-dire que les résultats auxquels on sera parvenu en discutant la quadratrice de la courbe la plus générale de degré *m* pourront ensuite être transportés, sans démonstration nouvelle, à l'un quelconque des lieux du même degré, représentés par des équations à coefficients réels ou imaginaires, pouvant présenter toutes les particularités imaginables.

» Ainsi la quadratrice du cercle réel

$$(x-a)^2+(y-b)^2=r^2,$$

ayant pour période $\pm\pi r^2$, la quadratrice du cercle imaginaire

$$(x-a-a'\sqrt{-1})^2+(y-b-b'\sqrt{-1})^2=(r+r'\sqrt{-1})^2,$$

aura pour période $\pm\pi(r+r'\sqrt{-1})^2$.

» De même, la quadratrice de la courbe représentée par l'équation

$$Ay^2+2Bxy+Cx^2+2Dy+2Ex+F=0,$$

lorsque c'est une ellipse ou une hyperbole réelle, ayant pour période

$$\pm\pi\frac{AE^2+CD^2-2BDE+F(B^2-AC)}{(AC-B^2)^{\frac{3}{2}}},$$

cette formule représentera encore la période de la quadratrice du lieu représenté par la même équation, quels qu'en soient les coefficients; c'est-à-dire, quand même la courbe, tout en restant réelle, deviendrait parabolique; quand même la courbe deviendrait évanouissante et quand même, les coefficients de l'équation devenant imaginaires, les conjuguées de la courbe s'élèveraient au quatrième degré.

» La même généralité des résultats se retrouve dans les cas les plus particuliers. Ainsi, si la courbe devient une parabole réelle, $AC - B^2$ est nul; la période devient infinie et disparaît à ce titre, de sorte que la quadratrice redevient algébrique. Mais il en est de même, dans la même hypothèse $AC - B^2 = 0$, lorsque les coefficients de l'équation sont imaginaires.

» Si $AC - B^2$ est différent de zéro et que

$$AE^2 + CD^2 - 2BDE + F(B^2 - AC)$$

soit nul, la courbe, supposée réelle, est une ellipse évanouissante ou une hyperbole réduite à ses asymptotes; la période devient nulle et elle disparaît à ce titre; mais il en est de même, dans la même hypothèse, lorsque les coefficients de l'équation sont imaginaires.

» Si l'équation représente deux droites parallèles ou confondues, le numérateur et le dénominateur de la formule de la période deviennent nuls, la période devient indéterminée et s'évanouit encore à ce titre; mais il en est encore de même si les deux droites représentées par l'équation deviennent imaginaires.

» Si les coefficients de l'équation sont réels, la période est réelle ou imaginaire, suivant que la courbe appartient au genre ellipse ou au genre hyperbole; mais elle reste réelle quand même l'ellipse devient imaginaire, parce que ses deux axes deviennent alors imaginaires.

» Cela posé, il est évident, en premier lieu, que si une courbe quelconque comprend un point isolé, ou un point double, où se coupent sous un angle deux branches de la courbe, par cela seul une période doit s'être annulée; car un point isolé est un anneau réel évanouissant dont l'aire intérieure, qui eût été une période réelle, est devenue nulle, et un point double naît toujours du rapprochement de deux branches de la courbe réelle, qui laissaient entre elles un espace comprenant un anneau de conjuguée, dont l'aire intérieure, qui eût été une période imaginaire, vient de s'évanouir.

» En second lieu, si la courbe proposée a deux asymptotes rejetées à l'infini, leurs coefficients angulaires étant devenus égaux, une période

doit être devenue infinie, comme cela arrive pour la parabole, dans les courbes du second degré, ou pour les courbes paraboliques du quatrième ordre que peut représenter l'équation du second degré à coefficients imaginaires.

» Dans ce cas, en effet, deux branches de la courbe se rejoignent à l'infini, c'est-à-dire forment un anneau qui, ne se fermant qu'à l'infini, a une aire infinie.

» Le fait peut, au reste, être mis en évidence par l'une ou l'autre de ces observations trop aisées à vérifier pour qu'il soit nécessaire de développer les calculs : 1° que lorsqu'une courbe a deux asymptotes parallèles, l'une des tangentes parallèles à une direction donnée s'en va à l'infini, c'est-à-dire que l'un des points critiques du lieu s'en va lui-même à l'infini; 2° que dans le même cas les trois équations

$$f(x,y)=0,\quad f'_x=0 \quad \text{et} \quad f'_y=0$$

admettent la solution commune $x=\infty$, $y=\infty$, c'est-à-dire que la courbe a un point double à l'infini.

» Je ne crois pas que cette observation se trouve dans l'Ouvrage de M. Clebsch.

» Lorsque la courbe proposée a deux asymptotes parallèles, une seconde condition peut ramener la période à l'état fini : c'est celle où les deux asymptotes seraient restées à distance finie l'une de l'autre. Une foule d'exemples connus viennent confirmer cette assertion.

» Enfin une troisième condition peut rendre de nouveau la période évanouissante : c'est celle en raison de laquelle les deux asymptotes parallèles viendraient en coïncidence. Dans ce cas, la période deviendra indéterminée.

» Il est évident que les seuls cas à examiner sont ceux que nous venons de passer en revue, car la représentation géométrique d'une période ne peut disparaître qu'autant que cette période devient nulle ou infinie, et il est clair que l'une ou l'autre circonstance ne peut se présenter que dans l'un ou l'autre des cas que nous avons considérés.

» Je terminerai par une remarque à laquelle on trouvera peut-être quelque intérêt. On sait que la méthode donnée par Cauchy pour la recherche des périodes d'une intégrale est fondée sur la considération des points critiques du lieu à quarrer. Lorsque le contour relatif à x, le long duquel se fait l'intégration, ne comprend aucun point critique, l'intégrale est toujours nulle; tandis qu'elle ne l'est généralement pas dans le cas contraire, et que,

d'ailleurs, si la fonction y est revenue à sa valeur initiale en même temps que x, l'intégrale obtenue est une des périodes de l'intégrale $\int y dx$.

» Mais un point double où les dérivées de l'ordonnée par rapport à l'abscisse finissent par se séparer sans devenir infinies est toujours la réunion de deux points critiques, qui ont perdu ce caractère, comme je l'ai montré dès 1855. On voit par là comment on pouvait transporter à la méthode d'exposition de Cauchy le principe de la réduction du nombre des périodes par la présence de points multiples.

» La fonction pouvait éprouver successivement deux permutations inverses le long d'un contour embrassant les deux points critiques voisins, qui sont venus se confondre en un point double, et l'intégrale prise le long de ce contour eût été une période de l'intégrale indéfinie. Mais dès que les deux points critiques sont venus se confondre en un seul point double, la fonction ne peut plus éprouver de permutations le long d'un contour infinitésimal embrassant ce point double, et la période correspondante disparaît.

» J'ignore si c'est par des considérations de ce genre que MM. Riemann et Clebsch sont parvenus, de leur côté, à la découverte de ce principe ou théorème. »

ASTRONOMIE. — *Sur un nouveau micromètre à double image;* Mémoire de M. **Ch. Noel**, présenté par M. Yvon Villarceau. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

« L'héliomètre et les micromètres à double image de Steinheil et d'Airy ont le défaut de colorer les images des étoiles et de les allonger dans une direction perpendiculaire à la ligne de section des lentilles.

» Le nouveau micromètre à double image a pour but d'obvier à cet inconvénient. Les pièces optiques qui le composent restent toujours parfaitement centrées, et le dédoublement n'est pas produit par la réfraction, mais par la réflexion. La précision de l'évaluation des angles est beaucoup plus grande, car la disposition employée permet de lire des angles soixante fois, cinq cents fois et même mille fois plus grands que les angles mesurés.

» Si l'on place un miroir plan incliné à 45 degrés sur le trajet du faisceau convergent provenant d'un objectif, avant sa réunion au foyer principal, l'image se forme sur le côté. Si ce miroir est coupé en deux parties, et que la ligne de section coïncide avec l'axe optique de l'objectif, on comprend que, lorsqu'on inclinera l'une des deux parties du miroir, l'autre restant fixe, l'image fournie par l'objectif se dédoublera, et l'angle dont il faudra

faire varier la partie mobile du miroir sera d'autant plus grand, pour dédoubler la même image, que l'ensemble du miroir se trouvera plus près du foyer principal.

» Pour dédoubler les images de deux étoiles et effectuer convenablement les mesures, il faut que la ligne de section du miroir soit parallèle à la ligne de jonction des deux étoiles. L'ensemble du miroir doit donc tourner dans son plan, sans que ce plan change de position par rapport à l'axe optique de l'instrument et au réticule qui doit rester dans une position invariable pour la détermination des angles de position.

» L'appareil se compose d'un miroir plan, coupé en deux parties égales et monté perpendiculairement à l'extrémité d'un tube qui, à son autre extrémité, supporte un cercle de position. Une moitié du miroir est fixe, l'autre est mobile autour d'un axe situé dans le plan du miroir fixe et dirigé perpendiculairement à la ligne de section. La partie mobile supporte à sa face postérieure une tige rigide qui passe dans le tube et se termine à son extrémité libre par un arc de cercle divisé sur lequel on lit les déplacements du miroir. Le tube qui supporte les miroirs et le cercle de position est maintenu dans une monture qui se fixe à volonté sur le tube de l'instrument, lunette ou télescope ; il peut tourner dans cette monture au moyen d'une vis de rappel qui agit sur le cercle de position.

» Ce tube doit se placer de telle façon que le miroir fasse un angle de 45 degrés avec l'axe optique de l'instrument ; la ligne de section et l'axe de rotation de la partie mobile doivent couper aussi et au même point cet axe principal.

» Le plan du réticule est donc parallèle à l'axe optique, et l'axe de figure de l'oculaire lui est perpendiculaire.

» Le jeu du nouvel appareil est fort simple : lorsque les deux étoiles dont on veut mesurer la distance sont dans le champ de l'instrument, on incline légèrement la partie mobile du miroir pour dédoubler l'image, puis on fait tourner l'ensemble du cercle de position et du miroir, jusqu'à ce que les images fixes et les images mobiles soient sur une même ligne droite. On continue alors à dédoubler l'image d'après les procédés usités. On connaît alors l'angle de position, et l'angle dont on a fait varier le miroir fera connaître la distance des deux astres, si l'on a préalablement étudié le rapport qui existe entre les arcs fournis par les lectures et les arcs observés.

» En plaçant le miroir à 15 ou 20 millimètres du plan focal des grands instruments, on obtient très-facilement, sur l'arc divisé, des angles cent vingt fois plus grands que ceux qu'on mesure, c'est-à-dire qu'on peut lire

2′ pour 1″, et l'on peut encore augmenter le rapport en diminuant cette distance.

» Dans le cas des télescopes où l'on emploie les oculaires composés, ce rapport peut être encore très-augmenté.

» Le nouvel appareil présente donc les avantages suivants : il est plus simple que les autres systèmes de dédoublement ; il peut s'adapter à volonté sur tous les instruments ; il diminue beaucoup les erreurs de pointé et atténue énormément l'effet des erreurs de lecture ; enfin il ne nécessite pas l'emploi de vis micrométriques. »

THERMOCHIMIE. — *Mesure de l'action chimique produite par la lumière solaire ;* Mémoire de M. E. Marchand. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, Ch. Sainte-Claire Deville, Bussy, Edm. Becquerel.)

« Parmi les propriétés inhérentes à la lumière émanée du Soleil, celle qu'elle possède de pouvoir provoquer des modifications dans le groupement des atomes des corps exposés à son action est plus particulièrement l'objet des préoccupations des chimistes ; quelques-uns même ont essayé, à plusieurs reprises, d'en mesurer la puissance.

» Parmi ceux qui ont tenté de le faire, on doit citer MM. Bunsen et Roscoë. En soumettant un mélange composé de volumes égaux de chlore et d'hydrogène à l'action des radiations actives, ces observateurs ont bien étudié la marche du phénomène, et ils sont arrivés à des conclusions souvent exactes et dignes du plus haut intérêt ; mais les résultats qu'ils ont obtenus conduisent, dans l'appréciation de la force qu'ils essayaient de mesurer, à des conséquences empreintes d'une évidente exagération.

» On sait en effet que la force qui intervient dans l'accomplissement des phénomènes chimiques, et qui les régit, a toujours pour exacte mesure l'intervention d'une somme de calorique, constante pour chaque circonstance donnée, qui devient libre lorsque les éléments s'associent et se combinent entre eux, tandis qu'elle est absorbée, au contraire, lorsqu'ils se dissocient et reprennent leurs propriétés caractéristiques.

» Lorsque le phénomène provoqué par la force de réaction contenue dans le rayon de lumière est endothermique, il doit évidemment trouver dans ce rayon la somme de chaleur nécessaire à son accomplissement. Or on a déduit des travaux de MM. Bunsen et Roscoë que les radiations chimiques émanées du Soleil peuvent mettre en jeu quatre à cinq mille fois

autant de calories qu'il s'en trouve avec elles dans le rayon qui les répand sur les corps exposés à leurs effets. Ce résultat m'a toujours semblé inadmissible, et il m'a conduit à entreprendre, à mon tour, une série de recherches, dont le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie offre les résultats et les conclusions.

» Avant de commencer, je me suis demandé si l'on doit, pour apprécier la mesure exacte des effets produits, tenir compte de la nature de la manifestation thermique. Je ne l'ai pas pensé, et j'ai opéré en partant de cette idée que, si l'on fait agir la lumière sur un combustible placé dans un milieu où il peut trouver l'oxygène nécessaire pour assurer sa combustion, il devient possible d'obtenir des résultats précis, conduisant à des conclusions exactes.

» Pour arriver à mon but, j'ai soumis à l'action de la lumière une liqueur contenant des équivalents égaux de perchlorure de fer et d'acide oxalique, et j'ai reconnu qu'en effet la réaction qui s'accomplit, au sein du réactif ainsi constitué, marche avec une grande régularité lorsque la dissolution est faite en proportions convenables, ce qui donne lieu à un dégagement d'acide carbonique toujours proportionnel à la somme d'énergie dépensée, et que cette énergie se mesure elle-même alors, pour chaque centimètre cube de gaz produit, par la libération de $0^{cal},001356$.

» Des expériences faites pendant quatre années consécutives, avec ce réactif très-sensible, m'ont mis à même de constater les faits suivants :

» La liqueur photométrique soumise à l'action du spectre solaire est impressionnée surtout par les rayons compris entre les raies F et G, c'est-à-dire par les rayons bleus, qui exercent sur elle une action beaucoup plus énergique que celle qui est produite pendant le même temps par les rayons violets, même par celui qui est le plus rapproché de la raie G.

» Lorsque l'appareil dans lequel s'accomplit la réaction est placé dans une situation horizontale, au niveau de la mer, et que l'on opère sous un ciel d'une sérénité parfaite, l'intensité de la force chimique se traduit, pour chaque minute d'exposition à la lumière, et pour chaque centimètre carré de la surface impressionnée par la production d'un volume d'acide carbonique que l'expérience permet d'exprimer par le nombre que l'on obtient en multipliant par la hauteur vraie du Soleil, au moment choisi, le volume constant $0^{cc},00092300$, accru d'autant de fois $0^{cc},00000729$ que l'on mesure de degrés moins 1 dans la hauteur de l'astre.

» Tels sont donc les termes de la loi qui préside au développement de la force chimique de la lumière sur notre globe, au niveau de la mer. Ils per-

mettent de calculer l'intensité de l'action qui peut être exercée, à un instant ou en un jour donné, sur un point quelconque de la surface terrestre, éclairée au travers d'une atmosphère bien transparente, pourvu que l'on connaisse la hauteur exacte du Soleil au-dessus de l'horizon de ce point, pendant toute la durée du temps fixé, et à chaque instant de cette durée; car, à l'inverse des radiations thermiques, les radiations chimiques ne sont point altérées, dans la manifestation de leurs effets, par les courants atmosphériques; et cette circonstance fait que les climats chimiques, considérés au point de vue des maxima qui les caractérisent, se prêtent seuls à une étude théorique capable de faire connaître leur distribution et leur valeur.

» C'est qu'en effet l'action chimique exercée par la lumière est toujours en relation directe avec la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon. Cependant l'étude théorique ne peut être faite qu'au point de vue qui vient d'être indiqué, — celui des maxima, — parce que l'état de sérénité du ciel intervient lui-même pour modifier la marche de la réaction, dont l'intensité lui serait toujours proportionnelle aussi, pour des hauteurs égales de l'astre éclairant, si, comme l'ont vu avant moi les deux habiles observateurs que j'ai cités, les nuages blancs dispersés sous la voûte azurée ne possédaient la faculté de concentrer en eux l'énergie de réaction, et de la déverser ensuite sur le sol en accroissant l'intensité du phénomène provoqué par la lumière agissant sur le corps éclairé.

» L'espace me manque pour faire connaître la valeur des différents climats que j'ai calculés, pour les jours d'équinoxes et de solstices, sur les parallèles pris de 5 en 5 degrés depuis l'équateur jusqu'au pôle. Je me borne à constater ce fait inattendu, qu'au jour du solstice et pendant les vingt-quatre heures de la durée de ce jour, l'action exercée au pôle est plus considérable que celle qui s'accomplit à l'équateur sur chaque unité de surface éclairée, si l'atmosphère y jouit d'une transparence parfaite : la force photochimique peut alors mettre en mouvement, sur chaque mètre carré superficiel, 498 calories au pôle, et seulement 479 sur l'équateur. Elle en utilise 657 sur le 25e parallèle. — Dans un jour d'équinoxe, la dépense moyenne de force s'accomplit sur le 41e parallèle de chaque hémisphère; elle y nécessite alors la mise en mouvement de 345 calories.

» Mes observations, ayant toutes été faites à Fécamp, m'ont conduit à déterminer les valeurs moyenne et maxima du climat chimique de cette ville : la première se mesure, pour chaque jour de l'année entière et pour chaque centimètre carré de surface impressionnée, dans mon appareil

photométrique, par la mise en mouvement de $0^{cal},01495$, ou par un dégagement de $11^{cc},027$ de gaz carbonique. Cette action ne représente que les $\frac{49}{100}$ de l'effet qui devrait être produit si, en cette ville, l'atmosphère restait toujours d'une sérénité parfaite; car l'expérience et le calcul prouvent que, dans ce cas, le dégagement quotidien moyen du gaz s'élèverait à $25^{cc},934$.

» L'écart est dû à l'influence exercée par la nébulosité. Celle-ci s'est élevée, en moyenne quotidienne, pendant la durée quadriennale des observations, à 0,63. En fait, l'écart est moins grand qu'il ne devrait l'être, puisque l'effet produit, considéré seulement dans ses rapports avec l'état de sérénité du ciel, devrait lui être exactement proportionnel. Cet état s'est trouvé égal à 0,37. La différence en plus est due surtout à l'influence exercée par les nuages blancs, si communs aux bords de la Manche, puisque cette influence se manifeste toujours par un accroissement de l'intensité des effets produits.

» J'ai essayé de déterminer la valeur comparée des résistances opposées par les diverses couches d'air au passage des forces rayonnées par le Soleil, et j'ai dû, pour arriver à ce résultat, déterminer aussi l'épaisseur de l'atmosphère : je dois me borner à dire ici, qu'en m'appuyant tout à la fois sur des considérations d'ordre physique et d'ordre géométrique, je suis arrivé à cette conclusion que la limite d'expansion des particules gazeuses ne saurait être inférieure à 323500 mètres, ni supérieure à 340000.

» J'ai déterminé aussi les rapports existant entre l'intensité des radiations chimiques mises au service de la végétation et la somme qui en est dépensée pendant l'assimilation du carbone : j'ai trouvé que le développement du trèfle, considéré à ce point de vue spécial, dans la grande culture, aux environs de Fécamp, ne nécessite l'intervention que de la huitième partie environ de la force chimique à laquelle il se trouve assujetti.

» J'ai déterminé enfin les rapports existant entre la chaleur et la force chimique capable de l'utiliser, contenues dans chaque rayon de lumière, et j'ai trouvé que la dernière ne peut, au maximum, mettre en mouvement que la septième partie du calorique transporté avec elle. Cela revient à dire que la force de réaction que j'ai vue agir et que j'ai mesurée est 16127 fois moins active que celle qui a déterminé les effets appréciés par MM. Bunsen et Roscoë ! Je dois signaler cette énorme différence.

» En résumé, si l'on veut apprécier les effets que peut produire la force chimique répandue sur le globe terrestre par la lumière du Soleil,

on reconnaît qu'elle pourrait, pendant chaque minute, suffire à transformer en acide carbonique 39 835 900 tonnes de carbone, et que, malgré ce chiffre effrayant, toute la masse de combustible qui serait ainsi consumée dans le courant d'une année n'aurait, si elle possédait la densité moyenne de l'anthracite (1,8), qu'une épaisseur de $22^{mm},81$, dans le cas où elle serait répandue en une couche bien uniforme sur toute la surface de la Terre. »

« M. **Ch. Sainte-Claire Deville**, après avoir entendu l'analyse du Mémoire de M. E. Marchand, faite par M. le Secrétaire perpétuel, ajoute que, chargé par le Gouvernement de l'inspection des stations météorologiques françaises, il a eu l'occasion de visiter, au mois de juillet dernier, l'Observatoire où, depuis de longues années, ce savant dévoué recueille d'excellentes données météorologiques; il s'est assuré, en particulier, de l'aisance et de la facilité avec lesquelles fonctionne l'ingénieux appareil dont il vient d'être question. »

VITICULTURE. — *Le* Phylloxera vastatrix; *ce qu'il devient pendant l'hiver;* Note de M. **L. Faucon**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

« J'ai établi d'une manière irrécusable, dans mes Notes des 25 juin 1869 et 4 septembre 1872, que, quand le *Phylloxera* ne trouve plus à se nourrir sur les racines d'une souche ou d'une vigne épuisée, il monte à la surface du sol pour aller à la recherche d'une souche ou d'une vigne saine. J'ai constaté que ses migrations à ciel ouvert se ralentissent à mesure que la température s'abaisse, et que, l'année dernière, elles ont complétement cessé le 24 septembre. En attendant le moment où je pourrai surprendre ses premières pérégrinations en plein air et en plein Soleil, j'ai cru utile d'observer, d'une manière suivie et sans lacunes, ce que fait et ce que devient l'insecte pendant le repos de la végétation de la vigne, période sur laquelle sont loin d'être d'accord les observateurs qui s'en sont occupés. Les uns disent qu'en hiver les *Phylloxera* se réfugient sous l'écorce rugueuse du tronc, pour s'y abriter contre l'humidité; d'autres les ont trouvés tous réunis sous le talon de la souche ou à l'aisselle des grosses racines. Les uns ne les ont vus que sur les racines principales; d'autres ne les ont trouvés que sur les radicelles. Tel, enfin, assure que dès le mois de novembre le *Phylloxera* n'existe plus qu'à l'état d'œuf.

» Je regrette d'avoir à le dire, toutes ces assertions sont erronées. Voici ce que j'ai constaté, non dans le cabinet et sur des pucerons élevés dans des bocaux, mais dans le vignoble et sur des sujets en pleine liberté ; non par quelques rares sondages partiels et incomplets, mais à la suite de très-nombreux examens faits sur des souches entières, examens renouvelés tous les quinze jours depuis le commencement du mois d'octobre jusqu'à aujourd'hui. Mes recherches m'ont été particulièrement facilitées par le fait que deux de mes vignes, non submersibles, n'ayant pu être par conséquent soustraites à l'action destructive du fléau, sont condamnées à l'arrachage. L'une de ces vignes est située dans un terrain profond et argilo-calcaire de la plaine ; l'autre repose au pied d'un coteau, sur un sol de peu d'épaisseur et d'une grande perméabilité.

» Je vais relater simplement ce que j'ai vu. De mes observations je déduirai ensuite quelques conclusions qui pourront avoir une certaine valeur, au point de vue pratique, dans l'intéressante question du *Phylloxera*.

» *Mois d'octobre*. — Dans les derniers jours du mois, il ne restait plus sur les racines des vignes que de jeunes sujets en grand nombre, la plupart prenant déjà cette teinte jaune cuivré qui caractérise la période de l'engourdissement hivernal ; parmi eux, quelques nouveau-nés très-reconnaissables par leur couleur ambrée, leurs formes déliées, leur agilité et la course vagabonde à laquelle ils se livrent pour trouver la place où ils doivent implanter les soies de leur trompe dans les pores du tissu radiculaire pour s'y fixer et y passer l'hiver ; et enfin de très-rares groupes d'œufs qui sont encore dans la position où la mère les a laissés en mourant.

» *Mois de novembre*. — Sur plusieurs souches arrachées avec le plus grand soin dans la partie haute de la vigne, là où le terrain peu profond et très-perméable se ressuie, en temps normal, avec la plus grande facilité, il ne m'a pas été possible de trouver un seul *Phylloxera*. J'en ai trouvé dans la partie la plus basse, où le terrain plus profond et moins graveleux garde d'habitude l'humidité plus longtemps. J'ai vu là dix à vingt pucerons sur chacune des souches arrachées ; mais comme ils étaient, pour la plupart, cachés sous la vieille écorce des racines, et qu'il était assez difficile de les dénicher, il devait nécessairement y en avoir un plus grand nombre.

» Dans la partie du milieu de la même vigne, terrain de nature intermédiaire entre celle du haut et celle du bas, je n'ai fait arracher qu'une seule souche; mais cette souche unique m'a permis de faire des observations très-intéressantes. L'arrachage en a été fait de la manière la plus complète au moyen d'une excavation qui, ayant 3 mètres de diamètre et 75 centimètres de profondeur, me permit d'attaquer les racines par dessous et d'extraire la souche avec tout son appareil radiculaire. C'était le plus beau spécimen qu'il fût possible d'imaginer au point de vue de l'étude du *Phylloxera*.

» La plupart des racines, les grosses surtout, étaient couvertes de pucerons sur toute leur longueur, depuis leur point d'attache au tronc jusqu'à leur extrémité. On voyait des plaques compactes d'insectes dans toutes les fentes de la vieille écorce ; il y avait même de ces fentes

dans lesquelles les insectes paraissaient amoncelés. En levant, avec la pointe d'un couteau, la vieille écorce, dans les endroits où elle n'adhérait pas à l'aubier, on en trouvait des quantités considérables : il en était de même sur toute la surface souterraine du tronc, depuis le talon jusqu'à quelques centimètres de la terre extérieure ; il y en avait aussi, mais en quantités moins grandes, sur les radicelles, et, particularité importante, les groupes étaient aussi nombreux et aussi peuplés aux extrémités des racines, à la distance d'un mètre et plus du tronc, aux profondeurs les plus grandes dans le sol, qu'au voisinage du pied de la souche et sur les racines les plus superficielles. Portant la souche sur le bord de notre canal d'irrigation, et me servant de la maçonnerie de ma prise d'eau comme d'une table, je coupais les racines par fragments faciles à manier et j'avais grand soin de les jeter à l'eau dès que je les avais bien examinées. Il y avait là certainement plusieurs milliers de *Phylloxera*, tous jeunes, tous de même grosseur et de même nuance jaune mat légèrement cuivré ; tous ou presque tous dans l'immobilité la plus complète. A force de chercher, je finis cependant par en voir un qui remuait ses antennes et deux qui marchaient. Ceux-ci présentaient tous les caractères de *Phylloxera* fraîchement éclos : très-petits, forme allongée très-déliée, agilité remarquable et couleur d'un jaune très-clair. Au milieu de ces myriades d'insectes, j'ai vu aussi un groupe de cinq œufs.

» Depuis le 15 novembre, jour où j'ai vu ces trois pucerons donnant des signes de vie et ces cinq œufs, il ne m'a plus été possible, dans tout le cours de l'hiver, de trouver d'autres œufs et de voir remuer d'autres *Phylloxera*. Pour ne plus revenir sur un autre fait, je dirai aussi, une fois pour toutes, que dans toutes mes recherches j'ai toujours rencontré les insectes établis indistinctement sur toutes les parties des racines et ne les ai jamais vus donner la moindre marque de préférence pour une place déterminée.

» *Mois de décembre.* — Les pluies de ce mois ont porté un nouveau coup au *Phylloxera*. Il devient assez difficile d'en trouver de vivants. Dans mes fouilles de tout le mois, je n'ai pas aperçu un seul œuf ni aucun insecte en mouvement.

» *Mois de janvier.* — Les *Phylloxera* morts qui, en novembre et en décembre, conservaient la couleur et les apparences d'insectes vivants étaient réellement morts. Ils se décomposent peu à peu, se fondent et disparaissent. Il en reste bien encore quelques groupes, mais ce n'est rien comparativement au nombre qu'il y avait en novembre ; mais si les morts sont bien morts, il est malheureusement certain aussi que les vivants sont bien vivants. La quantité de ces derniers ne me paraît pas avoir augmenté, mais aussi il ne me semble pas qu'elle ait diminué.

» *Mois de février.* — L'état général du *Phylloxera* est, à très-peu de chose près, le même que pendant le mois précédent. Les sujets vivants continuent à être assez difficiles à trouver. Leur nombre ne me paraît ni plus ni moins grand qu'en janvier.

» Un fait vraiment extraordinaire, c'est le temps que met à se décomposer le *Phylloxera* mort. Je trouve encore en février des groupes assez considérables qui ont toutes les apparences de la vie et qui certainement ont cessé d'exister depuis trois mois. Ce fait est sans doute particulier à l'hiver et à certaines situations. »

» *Conclusions.* — Depuis six mois je n'ai pas perdu de vue, un seul instant, le terrible *Phylloxera*. J'ai assisté à ses dernières transformations.

J'ai constaté la mort des mères, le passage de la vie active à l'engourdissement hivernal des jeunes, l'éclosion des derniers œufs. J'ai compté les pertes successives que les pluies ont fait éprouver aux colonies chargées de la propagation future. De mes nombreuses et constantes observations je puis, à coup sûr, tirer les conclusions suivantes :

» 1° Les caractères les plus saillants de l'hiver que nous venons de traverser sont : une grande douceur de température et une humidité excessive.

» 2° Les pluies considérables qui, du 2 octobre 1872 au 2 février 1873, nous ont donné plus de 600 millimètres d'eau ont fait périr un très-grand nombre de *Phylloxera*, mais ne les ont pas tous détruits. Dans toutes les situations où, par une cause ou par une autre, l'eau a séjourné assez de temps pour équivaloir à la submersion complète, méthodique et prolongée que je pratique dans mon vignoble, il ne reste pas un seul *Phylloxera;* mais on en trouve partout où l'eau n'a pas fait un séjour assez long.

» 3° Les *Phylloxera* ne montrent aucune préférence pour le lieu où ils doivent passer le temps de leur sommeil hivernal.

» 4° Une fois que l'insecte est entré dans la période de son engourdissement, l'instinct paraît lui faire complétement défaut pour fuir devant le danger. S'il doit succomber au froid, à l'eau ou à toute autre cause, il meurt à la place où il s'est fixé pour s'endormir.

» 5° En hiver le *Phylloxera* mort conserve pendant longtemps ses formes et sa couleur naturelles, s'il est tenu à l'abri du contact de l'air (dans la terre, dans l'eau, etc.); mais dès qu'il est exposé à l'air il se dessèche, s'aplatit, se creuse en forme de cuiller et sa couleur tourne au brun foncé et au noir.

» 6° Lorsque, en hiver, on extrait de terre une racine garnie de *Phylloxera*, il faut une très-grande habitude pour distinguer les insectes morts de ceux qui ne sont qu'engourdis. Je dirai même qu'au moyen d'une simple loupe il est impossible de s'assurer immédiatement de leur état réel. »

M. Tarry adresse un Mémoire « Sur les grands mouvements de l'atmosphère et sur l'origine et la marche des cyclones d'Europe ». Ce Mémoire est accompagné de cartes qui représentent la marche des phénomènes observés.

L'auteur joint à cet envoi une Lettre, qui lui est adressée par le P. *Denza*, sur une pluie de sable observée en Italie le 18 mars 1873.

(Ces divers documents seront soumis à l'examen d'une Commission composée de MM. Boussingault, Faye, Ch. Sainte-Claire Deville.)

M. **Minary** adresse un Mémoire intitulé « Nouvelle théorie des marées ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **Reynal** adresse un complément à sa Note sur la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Lailler** adresse une nouvelle Lettre relative à son Mémoire sur « l'urine dans l'aliénation mentale ».

[Renvoi à la Commission des prix de Médecine (fondation Montyon).]

M. **Verwaest** adresse une nouvelle Lettre relative à son étude sur les pharmacopées d'Europe et d'Amérique.

(Renvoi à l'examen de M. Bussy.)

CORRESPONDANCE.

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *Hyrtl*, imprimé en allemand, et relatif à l'emploi de la corrosion dans les études anatomiques. (Renvoyé à l'examen de M. Milne Edwards.)

2° Une « Description paléontologique et géologique des étages jurassiques supérieurs de la Haute-Marne, par MM. *de Loriol*, *Royer* et *Tombeck* ». (Cet ouvrage est renvoyé, avec la Note manuscrite qui l'accompagne, à la Commission du prix Cuvier.)

3° Une brochure sur le phosphate de chaux natif, par M. *Malinowski*. (Cet ouvrage est renvoyé, avec la Lettre qui l'accompagne, à la Section de Géologie.)

4° Le 1er numéro de « La Tempérance, Bulletin de l'Association française contre l'abus des boissons alcooliques ».

5° Un volume de M. F. *Hément* portant pour titre « Premières notions de Cosmographie ».

M. **Gaugain** prie l'Académie de comprendre ses travaux parmi ceux qui seront admis au Concours du prix Trémont.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. **Cazin** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les observateurs qui doivent prendre part aux expéditions destinées à observer le passage de Vénus en 1874.

(Renvoi à la Commission.)

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau moyen de déterminer la position des surfaces nodales dans les masses gazeuses vibrantes;* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Pasteur.

« Pour mettre en évidence la position des nœuds dans les tuyaux sonores, je me sers, depuis un certain nombre d'années, d'une membrane extrêmement mobile que je réalise en courbant, suivant une ligne fermée plane, l'extrémité d'un fil métallique et en l'immergeant dans l'eau de savon ou le liquide glycérique de M. Plateau. Cette lame est introduite dans un tuyau sonore dont une ou deux faces sont des lames de glace et de manière que son plan soit perpendiculaire à l'axe du tuyau et au voisinage d'un nœud; elle entre en vibration sitôt que l'on fait parler le tuyau, et sa surface se divise en parties vibrantes, séparées par des lignes nodales de figures variables suivant la forme du contour employé, et qui sont nettement visibles à la surface de cette espèce de miroir. Vient-on à amener cette membrane en coïncidence avec un nœud, on la voit rester immobile; mais le moindre déplacement en deçà ou au delà fait reparaître les lignes nodales.

» L'expérience est très-facile à réaliser, mais elle ne se prête pas à des recherches suivies, à cause de la fragilité des lames minces liquides. J'ai cherché à rendre persistantes des lames de ce genre, qui permettent non-seulement d'étudier les relations qui existent entre la forme des lignes nodales et celle de leur contour, mais aussi de déterminer par points les surfaces nodales dans les masses gazeuses vibrantes, en fixant les positions où ces sortes de plans d'épreuve restent immobiles. Je suis parvenu à réaliser des lames minces persistantes, extrêmement élastiques, dont la largeur peut dépasser 10 centimètres, et qui conviennent parfaitement aux recherches que je viens d'indiquer; et, bien que je ne puisse pas donner encore de résultats importants obtenus par ce procédé, je n'hésite pas à le faire connaître, dans l'espérance d'être utile à des expérimentateurs qui

pourraient consacrer à ces recherches plus de loisirs que je n'en ai eu jusqu'ici.

» Pour obtenir une lame mince permanente et élastique, j'emploie comme liquide une sorte de collodion analogue à celui dont je me suis servi pour reproduire et varier quelques expériences de capillarité (1). Celui qui m'a donné les meilleurs résultats se prépare de la manière suivante : dans un mélange de 89 parties d'éther et de 5,5 d'alcool absolu, on fait dissoudre 5,5 de coton-poudre photographique, et l'on ajoute, après la dissolution, 100 parties d'huile de ricin. Ce liquide se conserve dans un flacon bouché, à large col. Pour l'employer, on y plonge un fil métallique à contour fermé, de forme quelconque, que l'on enlève ensuite parallèlement à la surface du liquide, et l'on obtient une lame mince que l'on incline afin de rassembler l'excédant de liquide au point d'attache du contour avec la tige rigide qui lui sert de support. L'éther et l'alcool s'évaporent, la lame devient légèrement opaline, par la coagulation de l'huile de ricin sous l'influence du froid que produit l'évaporation de l'éther, mais peu à peu elle reprend sa transparence et constitue une surface semi-fluide permanente, qui, sur un fond peu éclairé, fait l'effet d'un miroir. De plus, elle est tellement extensible qu'il est facile d'en doubler la surface sans en déterminer la rupture, et son élasticité est si grande qu'après une extension aussi exagérée elle reprend son étendue primitive, sitôt qu'on supprime l'action déformatrice.

» Grâce à ces propriétés, cette lame, mise en vibration au moyen d'un tuyau sonore, par exemple, présente à sa surface des lignes nodales, nettement visibles, qui, pour un contour circulaire, sont les unes rayonnantes, les autres circulaires, et plus ou moins rapprochées suivant la hauteur du son qui en a provoqué les vibrations.

» Lorsque la lame immobile est éclairée par une source lumineuse quelconque, elle réfléchit la lumière à la façon d'un miroir plan ; mais sitôt qu'elle entre en vibration, sa surface déforme le faisceau incident, de manière à peindre, soit sur la rétine de l'observateur, soit sur un écran, par l'intermédiaire d'une lentille convergente, la disposition permanente des lignes nodales.

» Le phénomène est évidemment d'autant mieux accusé que le mouvement vibratoire est plus intense ; mais j'ai réussi à saisir des mouvements extrêmement faibles par la disposition suivante : d'un côté de la lame mince

(1) *Journal de Physique*, t. I, p. 324.

vibrante, je place une fente vivement éclairée, pratiquée, soit au volet d'une chambre obscure, soit à la cheminée en tôle d'une lampe à gaz ou à pétrole. En cherchant de l'autre côté l'image de cette ligne lumineuse, dans la membrane qui sert de miroir, j'observe un trait rectiligne, qui se déforme sitôt que la membrane vibre, et qui dessine des apparences analogues aux alternatives de ventres et de nœuds présentés par les cordes qui vibrent transversalement. La position d'une surface nodale peut se déterminer par points, avec une grande précision, à l'aide de cette observation optique du phénomène. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Dosage volumétrique de l'acide carbonique;* Note de M. A. **Houzeau**. (Extrait.)

« Jusqu'à ce jour, l'acide carbonique n'a été guère déterminé, dans les recherches de Chimie agricole ou dans les déterminations physiologiques accomplies hors du laboratoire, que par des pesées. La méthode que je présente aujourd'hui à l'Académie consiste à absorber l'acide carbonique par de la soude additionnée d'oxyde de zinc, à rendre ensuite insoluble le carbonate formé, en le précipitant par du chlorure de baryum neutre, et à évaluer alcalimétriquement, par l'acide sulfurique titré, la soude demeurée libre.

» La différence observée dans le titre de cette soude, avant et après l'absorption du gaz, représente l'acide sulfurique qui a été remplacé par une quantité équivalente de gaz carbonique. La production possible du bicarbonate de soude est signalée par l'oxyde de zinc qui se précipite.

» On absorbe l'acide carbonique à doser, par 10 centimètres cubes de la solution sodique (1) versée dans un tube Will, au bout duquel on suspend, à l'aide d'un caoutchouc, un léger tube témoin, contenant 1 centimètre cube d'eau de baryte ou un mélange de liqueur sodique et de chlorure de baryum. Après l'expérience, on procède à la précipitation du carbonate formé, puis ensuite au dosage de la soude demeurée libre.

---

(1) Préparée avec environ 200 centimètres cubes d'une lessive de soude à 36 degrés, dans la moitié desquels on dissout, à chaud, un gramme d'oxyde de zinc sec. Après refroidissement, on réunit les deux fractions de la solution sodique et on les étend d'une quantité suffisante d'eau pour faire un litre. Un centimètre cube de cette solution ne doit pas exiger, pour sa neutralisation, plus de 30 à 31 centimètres cubes de l'acide titré, dont 1 litre contient $3^{gr},5$ de $SO^3.HO$, et correspond à $1^{gr},57$ de CO^2.

» S'il arrive que, après l'absorption de l'acide carbonique, la liqueur sodique soit devenue trouble, on ne doit la soumettre au traitement du chlorure de baryum qu'après l'avoir additionnée d'une nouvelle prise de 10 centimètres cubes de soude normale, destinée à détruire le bicarbonate qui a pu se produire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'acide trichloracétique et les trichloracétates;* Note de M. A. Clermont.

« Après avoir réalisé l'oxydation de l'hydrate de chloral par l'acide azotique fumant (1) et par le permanganate de potasse (2), j'ai réussi à la produire par l'acide chromique : pour cela, il suffit de verser par petites portions une solution concentrée d'acide chromique pur dans une solution concentrée d'hydrate de chloral, et d'empêcher l'élévation de la température en entourant le vase d'eau froide; une moitié de la liqueur saturée avec du bicarbonate de potasse est mélangée à l'autre moitié, puis on abandonne le tout à l'évaporation spontanée; on observe, au bout de quelques jours, des cristaux octaédriques de trichloracétate acide de potasse, que j'ai décrits précédemment.

» *Trichloracétate de protoxyde de mercure.* — Lorsqu'on mélange des solutions concentrées de protonitrate de mercure et de trichloracétate neutre de potasse, on obtient un précipité blanc de trichloracétate de protoxyde de mercure, que l'on dissout dans une grande quantité d'eau, après l'avoir lavé rapidement par décantation; la liqueur, abandonnée à l'évaporation spontanée, laisse déposer de petits cristaux fasciculés dont la composition est représentée par les nombres suivants :

	Trouvé.		Calculé.
	I.	II.	
Protoxyde de mercure..........	56,98	56,95	57,38
Acide trichloracétique..........	42,40	42,25	42,62

Ces nombres correspondent à la formule $Hg^2O, C^4Cl^3O^3$.

» *Trichloracétate de bioxyde de mercure.* — La liqueur obtenue en faisant dissoudre l'oxyde de mercure préparé par voie humide dans l'acide trichloracétique laisse déposer des aiguilles prismatiques, peu solubles dans l'eau et assez solubles dans l'alcool et l'éther qui ne les décomposent

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 112.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1493.

pas, comme cela a lieu pour l'acétate correspondant. Leur analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé.
Bioxyde de mercure	41,18	41,25	41,14
Acide trichloracétique	56,59	56,41	56,86

Ces nombres correspondent à la formule $HgO, C^4Cl^3O^3$.

» *Trichloracétate de zinc.* — Ce sel a été obtenu en faisant dissoudre le carbonate de zinc dans une solution étendue d'acide trichloracétique; après plusieurs mois de séjour en présence de la chaux vive, la liqueur laisse déposer des paillettes brillantes, micacées, très-déliquescentes; essorées rapidement entre des doubles de papier joseph, puis abandonnées pendant quelques jours en présence de l'acide sulfurique, elles ont donné à l'analyse les nombres suivants :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé.
Oxyde de zinc	16,04	16,38	16,30
Acide trichloracétique	61,91	61,95	62,02
Eau (par différence)	22,05	21,67	21,68

qui conduisent à la formule $ZnO, C^4Cl^3O^3, 6HO$.

» *Trichloracétate d'urée.* — Ce sel a été préparé en mélangeant deux solutions d'urée et d'acide trichloracétique dans l'alcool absolu; il se présente en lamelles fragiles, dont la composition répond à la formule

$$C^2H^4Az^2O^2, HO, C^4Cl^3O^3,$$

comme le prouvent les nombres suivants :

	I.	II.	III.	IV.	Calculé.
Carbone	16,14	»	»	»	16,11
Hydrogène	2,27	»	»	»	2,23
Oxygène	»	»	»	»	21,47
Chlore	»	47,09	47,27	»	47,65
Azote	»	»	»	12,49	12,53

» Je reviendrai prochainement sur l'action de l'acide phosphorique anhydre sur ce sel, étude entreprise d'après les indications qu'a bien voulu me donner M. Dumas, et qui fera l'objet d'une Note que j'aurai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la rupture de la pellicule des fruits exposés à une pluie continue; expériences sur l'endosmose, faites sur des feuilles et sur des racines;* Note de M. **Joseph Boussingault**, présentée par M. Chevreul.

« Les fruits à minces pellicules, mûrs ou près de la maturité, se fendillent à la surface lorsqu'ils restent exposés à une pluie persistante; leur conservation devient alors impossible, et le seul moyen d'en tirer parti quand on ne les consomme pas immédiatement, c'est de leur faire subir la fermentation alcoolique.

» Les cerises, les prunes, les abricots, certaines variétés de raisins sont particulièrement sujets à cet accident. La rupture de la pellicule, dans la circonstance que je viens de rappeler, est certainement due à une augmentation de volume résultant d'une accumulation d'eau dans les cellules; le tissu épidermique n'étant pas suffisamment élastique cède, se déchire sur les points où il offre le moins de résistance; mais à quoi faut-il attribuer cette accumulation? Serait-ce à ce que l'eau apportée par la séve n'est plus évaporée? ce qui impliquerait que l'ascension des liquides dans l'organisme d'une plante persiste malgré les conditions les plus défavorables à l'évaporation. Or Hales a montré que la transpiration accomplie à la surface des feuilles est une des principales causes du mouvement de la séve. Aussi ce mouvement cesse-t-il durant la nuit ou par un temps pluvieux, l'absorption par les racines étant alors suspendue. On ne saurait donc admettre que l'eau accumulée provienne de la séve, et il y a tout lieu de croire qu'elle pénètre dans le fruit en traversant la pellicule par endosmose.

» Le 1er juillet, à 7 heures du soir, on suspendit dans l'eau une cerise noire. Douze heures après, deux fissures apparurent sur la pellicule. Le fruit a été pesé après avoir été essuyé.

	gr
Cerise avant l'immersion	6,105
» après l'immersion	6,192
Eau entrée en douze heures	0,087

Un accroissement de volume occasionné par l'introduction de $0^{cc},1$ d'eau a déterminé la rupture de la pellicule.

» Le 2 juillet, à 11 heures du matin, une cerise rose pâle (bigarreau) fut suspendue dans l'eau.

» A 2 heures de l'après-midi, la cerise n'était pas entamée; néanmoins

on reconnut la présence du sucre réducteur dans l'eau d'immersion. A 6 heures du soir, il y avait deux légères fissures.

Cerise avant l'immersion..........	9,537 gr		
» après l'immersion..........	9,635		
Eau entrée en sept heures.....	0,098	Par heure	$0^{gr},014$

Une augmentation de $\frac{1}{10}$ de centimètre cube avait fait rompre la pellicule.

» *Prunes de mirabelles.* — Une prune pesant $13^{gr},015$, d'une surface de 24 centimètres carrés, a été suspendue dans l'eau. Cinq heures après, la pellicule était rompue sur plusieurs points. Avant la rupture, on avait reconnu la présence du sucre dans l'eau d'immersion :

Avant l'immersion, la prune pesait.......	13,015 gr		
Après l'immersion....................	13,310		
Eau introduite en cinq heures.....	0,295	Par heure....	0,059 gr
Par heure et par centimètre carré...........................			0,0025.

Une augmentation de $\frac{3}{10}$ de centimètre cube dans le volume du fruit avait fait rompre la pellicule.

» *Prunes noires.* — Une prune du poids de $41^{gr},80$, dont la surface était de $46^{cq},3$, a présenté plusieurs fissures, après être restée dans l'eau pendant vingt-quatre heures. Avant la rupture de la pellicule, l'eau renfermait du sucre :

Poids avant l'immersion.................	41,80 gr		
Après l'immersion......................	45,35		
Eau entrée en vingt-quatre heures...	3,55	Par heure....	0,148 gr
Par heure et par centimètre carré...........................			0,0032.

La rupture a eu lieu par un accroissement de $3^{cc},5$ dans le volume du fruit.

» *Poire.* — Une poire a été tenue en suspension dans l'eau; trois jours après, il y eut apparition de sucre. La rupture de la pellicule n'eut pas lieu avant le douzième jour :

Avant l'immersion, la poire pesait..........	58,49 gr	surface : $71^{cq},7$	
Après l'immersion.......................	61,50		
Eau entrée en douze jours...........	3,01	Par jour....	0,251 gr
Par jour et par centimètre carré............................			0,003.

» *Raisin.* — Deux grains de la variété dite Tokai, pesant ensemble $7^{gr},66$,

ayant une surface de $5^{cq},10$, ont été plongés dans l'eau. La pellicule de l'un des grains se rompit le cinquième jour. Avant cette rupture l'eau contenait du sucre réducteur.

Avant l'immersion les grains pesaient......	$7^{gr},66$		
Après l'immersion..........................	8,07		
Eau introduite en cinq jours.......	0,41	Par jour	$0^{gr},082$
Par jour et par centimètre carré.........			$0^{gr},016$

La rupture a été déterminée par $\frac{2}{10}$ de centimètre cube d'accroissement dans le volume du grain de raisin.

» De ces expériences il paraît résulter que la rupture de la pellicule des fruits sucrés pendant une pluie continue est la conséquence d'un accroissement de volume occasionné par une introduction d'eau. Il en ressort, en outre, que, par endosmose, le fruit cède à l'eau dont il est entouré une partie de sa matière sucrée.

Feuilles.

» Les feuilles exposées à la pluie n'éprouvent pas l'effet que l'on remarque sur la plupart des fruits, leur épiderme reste intact. Il est vrai qu'elles sont mouillées difficilement, surtout si elles sont rigides. Pour les feuilles flexibles, la perméabilité en est plus prononcée.

» *Chou.* — La feuille de cette plante contient du sucre réducteur.

» Une feuille d'un vert pâle a été immergée; quatre jours après, l'eau réduisait la liqueur cupropotassique.

» *Agave americana.* — La feuille d'agave renferme une forte proportion de sucre de canne mêlé à un sucre réducteur.

» Un fragment de feuille pesant 30 grammes a été suspendu dans l'eau; deux jours après, on trouva du sucre interversible dans l'eau d'immersion, mais pas de sucre réducteur.

» Des feuilles de B. Bazaloïdes furent plongées dans l'eau; deux jours après, il y avait du sucre interversible dans l'eau d'immersion sans traces de sucre réducteur. Il paraîtrait que, durant l'immersion des feuilles, il y a eu à la fois endosmose et dialyse.

Racines.

» Il restait à examiner si l'épiderme des racines se comporterait comme la pellicule des fruits, comme le tissu enveloppant les feuilles; si, en absorbant l'eau par imbibition, les organes souterrains d'une plante céderaient au liquide placé en dehors de l'organisme une partie de leurs matières sucrées.

» Un navet privé de feuilles, pesant 400 grammes, fut tenu en suspension dans l'eau. Le huitième jour cette eau ne renfermait pas la moindre trace de sucre.

» Une betterave du poids de 1075 grammes a été submergée jusqu'au collet; après dix jours d'immersion la betterave n'avait pas cédé de sucre, quoiqu'elle dût en contenir à peu près 100 grammes.

» Sans doute une racine privée de feuilles n'est plus dans une condition favorable à l'absorption; néanmoins l'endosmose pouvait avoir lieu ainsi qu'il arrive lorsqu'une dissolution de sucre est séparée de l'eau par une membrane. Des expériences instituées au Conservatoire des Arts et Métiers ont d'ailleurs démontré que la non-diffusion du sucre de la betterave, du navet dans l'eau ambiante ne tient pas comme on aurait pu le croire à l'épaisseur, à une texture passablement ligneuse, mais probablement à une constitution de l'épiderme dont ces racines sont enveloppées.

» Des graines de froment, d'orge, de maïs, ont été mises à germer sur des toiles métalliques posées à une très-courte distance de la surface de l'eau, de façon à ce que les radicelles pénétrassent dans ce liquide presque aussitôt après leur apparition. Quand les racines eurent une longueur de 8 à 10 centimètres, ce qui arriva vingt jours après la germination, on rechercha les matières sucrées dans l'eau où elles s'étaient développées. Dans aucun cas on ne réussit à y constater la présence du sucre, soit avant, soit après avoir interverti. Cependant toutes ces racines avaient une saveur fortement sucrée. Les racines du froment broyées avec de l'eau fournirent une solution réduisant énergiquement la liqueur cupropotassique. Dans $1^{gr},4$ de racines de maïs, on dosa $0^{gr},1$ de sucre : environ 7 pour 100.

» Durant cette végétation naissante des céréales, il s'est formé des feuilles d'une longueur de 8 à 10 centimètres. Par conséquent il a dû y avoir absorption de la part des racines, déterminée par la transpiration des parties vertes.

» Or, pendant ce mouvement ascensionnel de l'eau extérieure vers la plante, des matières saccharines n'ont pas été exclues, il n'y a pas eu d'endosmose. Les racines délicates, transparentes, à nombreuses radicelles, des céréales se sont comportées exactement comme la betterave, le navet à épiderme épais; l'eau les a pénétrées sans qu'il y ait eu diffusion du sucre des cellules dans l'eau d'immersion. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la limite des neiges persistantes et son élévation dans les diverses régions du globe;* Note de M. **Ch. Grad**, présentée par M. Le Verrier.

« Nulle part la neige ne se maintient à l'état où elle est tombée. Une fusion, plus ou moins rapide, combinée avec une évaporation sensible, tend à la faire disparaître partout. Cette double influence de l'évaporation et de la fusion élève sans cesse le bord inférieur des amas de neige dans les montagnes, depuis le printemps jusqu'en automne, et la limite où les neiges s'arrêtent, à une hauteur à peu près constante d'une année à l'autre, est la limite des neiges persistantes. Vue de loin, la limite des neiges persistantes paraît atteindre un même niveau sur tous les points du même versant d'une même chaîne de montagnes. Elle dessine une ligne à peu près droite que les contre-forts rocheux et dénudés interrompent ou dépassent souvent, mais au-dessous de laquelle les neiges, accumulées dans les dépressions et les vallées, ne semblent pas descendre. Si, après avoir considéré cette ligne à distance, on s'en approche pour en déterminer l'altitude sur les flancs des montagnes par des mesures exactes, on lui voit subir des écarts considérables dans des localités assez rapprochées, de manière à s'élever dans les unes, à s'abaisser dans les autres, selon leur exposition. L'exposition influe beaucoup sur l'intensité de la fusion, sous l'action directe du Soleil et du rayonnement de la chaleur d'abord, puis sur l'abondance plus ou moins grande des précipitations ou des chutes de neige.

» Parmi les physiciens qui ont essayé de fixer les rapports entre la limite des neiges persistantes et la température moyenne de l'air, aucun ne me semble avoir tenu compte de l'influence de la hauteur annuelle des précipitations sur l'altitude de cette limite. Selon Bouguer, la limite des neiges persistantes correspond, sur toute la surface terrestre, à la hauteur où la *température moyenne annuelle* de l'air atteint zéro degré C. D'après Alexandre de Humboldt et Léopold de Buch, c'est la *température moyenne de zéro degré pendant l'été* qui doit fixer la même limite. Enfin M. Renou, dans une Communication récente faite à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 351), admet que, « dans toutes les contrées de la Terre, la limite des neiges persistantes est l'altitude à laquelle la moitié la plus chaude de l'année a une température moyenne égale à celle de la glace fondante ». A vrai dire, les observations positives manquent ou sont insuffisantes pour établir le rapport exact entre la température de l'air et la limite inférieure des neiges persistantes. Quant à l'influence de la hauteur annuelle des pré-

cipitations, elle ressort de cette simple remarque que, sous une même latitude et avec le même degré de chaleur, la limite inférieure des neiges descend d'autant plus que les neiges sont tombées en plus grande quantité et que le climat est plus nuageux. Dans toutes les régions montagneuses, les chutes de neige sont plus abondantes, à latitude égale, sur le versant exposé en premier lieu aux vents humides, comme le démontrent notamment les observations faites sur les montagnes de la Norwége, sur les Alpes du sud de la Nouvelle-Zélande, sur les monts de Kouen-Couen, de Kara-Koroum et des Himalaya.

» Les observations que j'ai faites dans les différentes parties des Alpes suisses me déterminent à considérer comme limite inférieure des neiges persistantes *la ligne des névés* déjà proposée par Hugi, le premier qui a commencé des mesures exactes pour fixer l'altitude de cette limite. Tout le monde sait que les névés sont des neiges grenues, transformées par une fusion partielle et formant à la surface des glaciers une série d'amas ou de couches annuelles successives, dont les contours sont faciles à reconnaître. Les contours de la dernière couche en amont constituent la limite inférieure des neiges persistantes, dont l'altitude précise a été mesurée seulement sur un petit nombre de points, la plupart des hauteurs indiquées par les géographes étant seulement des évaluations approximatives. Dans les Alpes du milieu de l'Europe, l'altitude moyenne de cette limite atteint 3200 à 3300 mètres pour le groupe des Alpes maritimes et celui des Alpes cottiennes, 2800 sur le versant nord et 3200 sur le versant sud des Alpes du Valais, 2600 à 2700 dans les Alpes de Glaris, etc. Dans les Alpes scandinaves, où la température est plus élevée sur le versant de l'ouest exposé en même temps aux vents humides, la limite des neiges, par 67 degrés de latitude, descend à 1000 mètres d'altitude, tandis que sur le versant oriental, à la fois plus sec et plus chaud, elle s'arrête déjà à 1200 mètres. Sur le versant sud des Himalaya, plus chaud et plus humide, les neiges persistantes s'abaissent jusqu'à 4950 mètres, et sur le versant nord, plus sec et plus froid, elles se trouvent à 5300 mètres. Il en est de même sur beaucoup d'autres points du globe, comme le montrent les données réunies dans le tableau suivant :

RÉGIONS.	LATITUDES.	LIMITE INFÉRIEURE des neiges persistantes.	EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE des glaciers.
Sept-Iles, océan Arctique....	80° 40′ nord.	400m	?
Iles Spitzbergen...........	76° 55′ »	457m	Niveau de la mer.
Groënland oriental.........	74° »	1000m	Id.
Ile Jan-Mayen.............	71° »	396m	Id.
Laponie..................	70° »	900m N., 1000m S.	? ?
Alpes scandinaves..........	67° »	1000m O., 1200m E.	800m, Salajegma.
Islande..................	64° »	936m	Près de la mer, Skrid Iokul.
Monts Oural..............	63° 47′ »	1400m	? ?
Côte occidentale d'Amérique.	60° 71′ »	1645m	Niveau de la mer.
Montagnes Rocheuses........	52° »	2625m	1320m, Mont Forbes.
Monts Sajan, Sibérie........	51° 40′ »	3310m	2138m, Icchoï.
Chaîne de l'Altaï...........	49° 45′ »	2200m	1266m, Katunaja.
Tatra de Hongrie...........	49° 10′ »	2140m	2108m ?
Alpes suisses..............	45° 50′ »	2600m N., 3300m S.	990m, Grindelwale.
Chaîne du Caucase..........	43° 12′ »	3430m O., 3700m N.	1990m, Desdaroki.
Montagnes Rocheuses........	43° 2′ »	3700m	? ?
Pyrénées.................	42° 38′ »	2900m N., 3200m S.	2197m, Vignemald.
Monts Thian-Sihan..........	42° »	3850m	3100m, ?
Sierra de Californie.........	41° 30′ »	3450m	? ?
Monts Ararat..............	39° 42′ »	4350m	3186m, Vallée de Jacob.
Sierra d'Andalousie.........	37° 5′ »	3000m N., 3100m S.	2933m. Corral de Velcda.
Monts Elbours, Perse........	36° »	4400m	2966m, Deria Sach.
Chaîne de Kouen-Louen.....	36° »	4450m N., 4800m S.	3100m, ?
Chaîne de Kara-Koroum.....	35° 38′ »	5675m N., 5920m S.	3090m, Bepho.
Himalaya.................	27° 59′ »	5300m N., 4950m S.	3208m, Tschaja.
Cordillère du Mexique.......	19° 2′ »	4400m	4120m, El Corte.
Monts du Tigré, Abyssinie...	13° 10′ »	4300m	? ?
Cordillère de Colombie......	4° 46′ »	4670m	4270m, Comi.
Andes de Quito............	0° Équateur.	4850m	4600m, Altar.
Massif du Chimborazo.......	1° 30′ sud.	4850m	? ?
Monts Dschaga, Afrique......	3° 7′ »	5100m	? ?
Cordillère de Bolivie........	15° 52′ »	5250m	5002m, Illimani.
Andes du Pérou............	19° 47′ »	5750m	? ?
Andes du Chili, Atacama.....	24° 15′ »	5330m	? ?
Andes de Nuble............	35° 43′ »	2580m	2200m, Chillan.
Andes de Valdivia..........	39° 14′ »	1710m	1500m, Ventisqueras.
Nord de la Nouvelle-Zélande.	39° 20′ »	2380m	? ?
Alpes de la Nouvelle-Zélande.	43° 36′ »	2300m	200m, François-Joseph.
Patagonie................	43° 11′ »	1830m	Niveau de la mer.
Terre de Feu..............	54° 27′ »	1200m	Id.

» Tous les nombres que j'ai réunis ici, pour quarante lieux différents de la surface terrestre, n'ont pas le même degré de précision; mais ils suffisent néanmoins pour montrer que la limite inférieure des neiges persistantes ne dépend pas seulement de la température, et que l'abondance des précipitations la fait varier beaucoup sous la même latitude. Cette limite

se tient, à la plus grande hauteur, à 5920 mètres, sur le versant sud des montagnes de Kara-Koroum, à l'intérieur de l'Asie, entre 35 et 36 degrés de latitude septentrionale. Elle s'arrête à 4850 mètres dans les Andes de Quito, sous l'Équateur, soit à 1000 mètres plus bas que son élévation dans la chaîne de Kara-Koroum, à une latitude déjà élevée et sous un climat bien plus froid mais plus sec. Par aucun point de notre globe la limite des neiges persistantes n'atteint le niveau de la mer, pas même dans les régions où le climat de la moitié la plus chaude de l'année est inférieur à zéro, comme au Groënland ou dans le groupe des îles Spitzbergen. Les glaciers seuls descendent jusqu'au niveau de la mer, par 43 degrés de latitude déjà dans le sud de la Patagonie, et par 60 degrés de latitude sous la côte occidentale de l'Amérique du Nord, par suite de précipitations de neiges excessives causées par les vents humides. »

SÉRICICULTURE. — *Note de* M. GUISQUET, *sur le procédé Pasteur.*

« Tous les éducateurs de vers à soie qui sont au courant des progrès dus aux travaux de M. Pasteur et des nombreux savants et praticiens qui appliquent ses méthodes en France, en Italie, en Autriche auront lu avec la plus grande surprise la Note que M. Guérin-Méneville vient d'adresser à l'Académie, Note étrange, où l'auteur prétend démontrer que des graines provenant de parents corpusculeux donnent, sans distinction, des vers sains et de bonnes récoltes, et que, si la Sériciculture s'améliore, il faut l'attribuer, non à l'application de plus en plus générale du procédé Pasteur, mais à ce que la maladie s'en va.

» M. Guérin s'appuie sur quelques faits, au nombre de treize seulement, qu'il n'a pas observés lui-même et qui sont déduits d'éducations faites avec des graines qu'il n'a pas confectionnées. On ne comprend vraiment pas qu'on apporte aussi peu de résultats et des résultats aussi peu sérieux pour combattre la valeur, si bien établie depuis cinq et six années, d'un procédé qui se répand de plus en plus dans toutes les contrées séricicoles de l'Europe; mais ce qui doit le plus surprendre les praticiens, c'est que les observations d'emprunt que M. Guérin-Méneville a communiquées à l'Académie, M. Pasteur pourrait les revendiquer comme étant en parfait accord avec les principes qu'il a établis.

» En effet, selon M. Guérin-Méneville, les graines faites par MM. Laugier et Monval, à Oraison (Basses-Alpes), étaient les unes très-bonnes et les autres très-mauvaises, et celles-ci ne devaient rien produire, car elles pro-

venaient d'éducations où le microscope accusait, chez les papillons, 10,30 et jusqu'à 50 pour 100 d'infection corpusculeuse.

» Remarquons d'abord que M. Guérin ne parle que de la maladie des corpuscules et qu'il laisse complétement de côté la flacherie. Remarquons de plus que, si M. Guérin avait lu avec attention l'Ouvrage de M. Pasteur, il aurait vu que deux des chapitres du premier volume sont consacrés à prouver que les papillons corpusculeux peuvent, suivant les cas, donner des graines corpusculeuses et des graines non corpusculeuses; que cela dépend de l'âge auquel les vers et les chrysalides ont été infectés. Par conséquent, dire, comme le fait M. Guérin, que des graines doivent être forcément très mauvaises parce qu'elles proviennent de parents corpusculeux, à 10, 30 et 50 pour 100, c'est montrer qu'on ignore des faits certains et très-bien démontrés par M. Pasteur. Ce qui n'empêche pas, comme le recommande M. Pasteur, qu'il faut à tout prix rejeter des reproducteurs aussi infectés, car le graineur ne peut pas faire la recherche scientifique nécessaire pour préciser l'âge auquel les chrysalides se sont infectées. Il doit agir pratiquement, et, par prudence, rejeter des cocons qui, à la rigueur, auraient pu donner de bonnes graines.

» En résumé, M. Guérin-Méneville s'appuie, dans la Note que je critique, sur des faits incomplets, mal observés, et qui n'auraient aucune valeur, alors même qu'ils auraient été mieux observés, parce qu'ils reposent sur des principes erronés; ils sont en si petit nombre d'ailleurs et correspondent à une année si défavorable aux éducations, l'année 1872, qu'ils ne peuvent, en quoi que ce soit, infirmer les faits si nombreux que nous devons à la pratique.

» Remettre en question des principes et un procédé que la grande et la petite culture reconnaissent de plus en plus excellents, c'est nuire au progrès de l'industrie séricicole. Propriétaire, à Saint-Ambroix (Gard), de terres d'une étendue considérable, plantées en mûriers, convaincu de l'excellence du procédé Pasteur, quand il est bien appliqué et que la saison n'est pas trop défavorable à l'éducation du ver à soie, je crois rendre service aux éducateurs en venant protester contre la Note dangereuse de M. Guérin-Méneville.

» L'Académie connaît le degré de misère où la maladie avait jeté, il y a seulement quelques années, les populations de nos Cévennes placées dans l'impossibilité de se procurer de bonnes semences. Eh bien! ces populations ruinées reviennent petit à petit au bien-être, et bénissent l'œuvre de délivrance qu'elles doivent uniquement aux études persévérantes de M. Pasteur, que l'Académie elle-même a provoquées.

» J'ai cru de mon devoir, et pour satisfaire un sentiment personnel de reconnaissance, de protester publiquement contre des allégations qui pourraient être prises au sérieux par des personnes étrangères à cette précieuse branche de notre industrie. »

ZOOLOGIE. — *Sur les moyens employés par les lombrics pour défendre l'entrée de leurs galeries souterraines.* Extrait d'une Lettre de M. E. **Robert** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Dans les allées des jardins couvertes de gravier, on aperçoit souvent de petites éminences autour desquelles la terre est à nu. Si l'on ouvre une de ces petites buttes, on distingue au centre l'orifice d'une galerie de lombrics, garnie de ces déjections terreuses qui enveloppent les détritus végétaux que l'animal a emmagasinés, pour en faire sa nourriture (1).

» Je ne vois qu'une manière d'expliquer ces faits. Comme tous les animaux qui vivent dans la terre, le lombric cherche à dissimuler les issues de sa demeure pour se défendre contre la voracité des insectes carnassiers; et en effet les graviers qu'il a réunis sont *agencés* de telle façon qu'il ne reste pas le plus petit passage pour un insecte un peu gros, tel qu'un carabe.

» Le ramassage des pierres n'a lieu que la nuit; la moindre lumière, le plus faible piétinement du sol font rentrer brusquement les lombrics dans leur trou; mais si l'on efface le soir les petits blockhaus dont les allées sont hérissées, le lendemain matin tout est réparé. »

ZOOLOGIE. — *Sur les phénomènes d'hibernation offerts par des mouches soumises à des alternatives de chaud et de froid excessif, en Russie.* Extrait d'une Lettre de M. D. **Goubareff.**

« Il existe en Russie, à la campagne, de petites maisons, construites uniquement pour l'usage des bains russes à vapeur. Ces maisons ne sont pas habitées, et ne sont chauffées que les jours où l'on veut prendre un bain. Celle dans laquelle j'ai fait mes observations n'a été chauffée que deux fois pendant six mois le 3 janvier et le 15 février. Le thermomètre placé en

---

(1) C'est ainsi que les feuilles qui jonchent la terre, à la fin de l'automne, finissent par disparaître. Les lombrics absorbent les feuilles en voie de décomposition, après les avoir entraînées par le pétiole; de sorte qu'en retirant l'espèce de bouchon qui obstrue l'orifice de la galerie, à une assez grande profondeur, on ne trouve plus qu'un faisceau de fibres végétales que l'animal n'a pu digérer.

plein air marquait jusqu'à — 20 degrés Réaumur. Le thermomètre placé dans l'intérieur de la maison marquait jusqu'à — 8 degrés Réaumur.

» La grande quantité de mouches restées dans cette maison depuis le mois d'août, et endormies depuis le mois d'octobre, époque où les mouches en Russie deviennent inanimées, ressuscitaient et voltigeaient avec bruit, comme au soleil chaud d'été, chaque fois qu'on chauffait la maison à + 33 degrés Réaumur et davantage; elles retombaient ensuite dans leur torpeur, lorsque le froid envahissait la maison abandonnée. L'observation a été faite sur les mêmes mouches aux deux dates indiquées plus haut. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Phénomène optique produit par la condensation de la rosée sur le gazon éclairé par le Soleil.* Note de M. J. LETERME. (Extrait.)

« La lecture des *Comptes rendus* du 17 février dernier, et de la Note relative au phénomène optique observé dans l'ascension aérostatique de M. Tissandier, m'a rappelé une observation que j'avais consignée autrefois dans mes notes de voyage.

» Au printemps, le matin, lorsque le Soleil, arrivé à 15 ou 20 degrés au-dessus de l'horizon, a déjà un peu réchauffé l'atmosphère et qu'il s'est produit une légère condensation de vapeurs sur le tapis de gazon qui borde les routes, le voyageur peut voir sa silhouette, projetée sur ce tapis de verdure humide, entourée d'un contour lumineux dans lequel on reconnaît les couleurs du spectre, mais où le rouge domine.

» ... Cette observation, faite dans des conditions qui permettent de la renouveler et de l'étudier facilement, ne sera peut-être pas complétement inutile. »

M. HARTSEN adresse une Note sur la matière colorante bleue des baies.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de dresser une liste de candidats pour remplir la place laissée vacante par la mort de M. le maréchal *Vaillant* présente la liste suivante :

En première ligne.	M. COSSON.
En deuxième ligne.	M. DE LA GOURNERIE.
En troisième ligne.	M. KUHLMANN.
En quatrième ligne.	M. A. SÉDILLOT.
En cinquième ligne et par ordre alphabétique	M. JACQMIN. M. DU MONCEL.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 23 mars 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Un naturaliste philosophe. Lamarck, sa vie et ses œuvres; par M. Ch. MARTINS. Paris, imp. J. Claye, 1873; br. in-8°. (Extrait de la *Revue des Deux Mondes*.)

Description géologique et paléontologique des étages jurassiques supérieurs de la Haute-Marne; par P. DE LORIOL, E. ROYER *et* H. TOMBECK. Paris, Savy, 1872; 1 vol. in-4°. (Présenté par M H. Sainte-Claire Deville.)

Sur les phénomènes d'interférence produits par les réseaux parallèles; par M. A. CROVA. Montpellier, typ. Boehm et fils, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Montpellier*.)

Théorie des équations générales de la résistance des matériaux; par M. DE PERRODIL. Paris, Dunod, 1873; br. in-8°.

Application des équations du problème général de la résistance des matériaux

au problème de la stabilité d'une voûte d'épaisseur variable traitée comme un monolithe homogène; par M. DE PERRODIL. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Ces deux derniers ouvrages sont présentés par M. de Saint-Venant pour le Concours Dalmont.)

Guide pratique pour la détermination des minéraux; par le Dr C.-W.-C. FUCHS, professeur à l'Université de Heidelberg, traduit de l'allemand par A. GUÉROUT. Paris, F. Savy, 1873; in-8°. (Présenté par M. Delafosse.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. Th. du Moncel. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°.

Traité spécial des phosphates de chaux natifs, etc.; par M. J. MALINOWSKI. Paris, Savy; Cahors, Laytou, 1873; 1 vol. in-8°.

La tempérance. Bulletin de l'Association française contre l'abus des boissons alcooliques; année 1873, n° 1. Paris, imp. Donnaud, 1873; in-8°.

Association scientifique de France. Compte rendu des travaux de la session régionale de Montpellier, par le Dr L.-H. DE MARTIN. Montpellier, C. Coulet, 1872; in-8°.

Leçons élémentaires de Géologie appliquée à l'agriculture, faites à l'École normale primaire de Troyes par M. A. MEUGY; 2e édition. Paris, Savy; Troyes, Bertrand-Hu, 1871; in-8°.

Premières notions de Cosmographie; par F. HÉMENT. Paris, Ch. Delagrave, 1870; in-8°, cartonné.

Die Corrosions-Anatomie und ihre Ergebnisse; von Dr J. HYRTL. Wien, 1873, W. Braumüller, 1 vol. in-4°, relié.

Tables of the numerical values of the sine-integral, cosine-integral, and exponentiel-integral; by J.-W.-L. GLAISHER, Trinity-College, Cambridge. (Communicated by prof. Cayley.) Sans lieu ni date; br. in-8°.

On the law of facility of errors of observations, and on the method of least squares; by J.-W.-L. GLAISHER. London, printed by J. Strangeways, 1872; in-4°.

On the calculation of Euler's constant; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1871; opuscule in-8°.

On a theorem in definite integration; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1870; opuscule in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)